sigma



TIJDSCHRIFT VOOR INDUSTRIËLE STATISTIEK EN KWALITEITSBELEID - NUMMER



1955

Sigma wordt gezamenlijk uitgegeven door de Stichting Kwaliteitsdienst voor de Industrie en de Vereniging voor Statistiek.
Het verschijnt twee-maandelijks.



Adres Redactie en Administratie Sigma:
Koninginnegracht 101 te
's-Gravenhage Tel.: 01700/184463.



Adres Redactie Statistisch Nieuws:
Oostduinlaan 2
's-Gravenhage. Tel.: 01700/184270.

Abonnementsprijs

f 9,— per zes nummers. Deze prijs geldt voor Nederland, de Nederlandse Antillen, Suriname, België, Luxemburg en Indonesië.
Voor de overige landen bedraagt de abonnementsprijs *f* 11,—, alles bij vooruibetaling op gironummer 629376, ten name van de Kwaliteitsdienst voor de Industrie te 's-Gravenhage.
De prijs van losse nummers bedraagt *f* 2,—.
Leden van de Vereniging voor Statistiek ontvangen Sigma gratis.

sigma Σ

nummer 6 - dec. 1955

Ditmaal....

Pagina



Bestek

Omdat de Dag voor Industriële Statistiek in begin januari 1956 valt, heeft de redactie gemeend de verschijningsdatum van het decembernummer iets te moeten verschuiven. Het grote voordeel schuilt hierin, dat — nu de op de „Dag" gebodenstof nog vers in het geheugen ligt — de teksten van alle op die dag gehouden voordrachten geraadpleegd kunnen worden.
Het zal duidelijk zijn dat een dergelijke snelle wijze van publiceren alleen mogelijk was dank zij de zeer nauwe samenwerking met alle instanties, die hierbij betrokken waren. Een woord van dank aan de sprekers en aan de secretaris van de Bedrijfssectie van de Vereniging voor Statistiek is hier dan ook stellig op zijn plaats.
Met voldoening ziet de redactie terug op de eerste jaargang. Bij de introductie van het eerste nummer van Sigma werd indertijd gesteld dat het getij voor de toegepaste statistiek — en in het bijzonder voor de industriële statistiek — gunstig scheen. Het zal de lezer interesseren dat de werkelijkheid in overeenstemming is gebleken met deze prognose, getuige het grote aantal abonnementen dat is binnengekomen. Toch is de markt voor Sigma nog geenszins uitgeput. Zo moet één enkel abonnement per bedrijf veelal als zeer onvoldoende worden geacht voor een doeltreffende ondersteuning van het kwaliteitsbewustzijn onder het personeel. Het is zeker geen al te gedurfde veronderstelling dat o.a. uit dien hoofde voorlopig nog een stijging van het aantal abonnementen kan worden verwacht.

In de periode, die met het verschijnen van het zesde nummer is afgesloten, heeft de redactie er naar gestreefd aan Sigma een eigen vorm en gestalte te geven. Wat de inhoud van de nummers betreft is getracht in de onderwerpen een zo groot mogelijke variatie te brengen. Bij deze keuze heeft de redactie zich laten leiden door eigen intuïtie, waarbij min of meer naar de — helaas niet nauwkeurig bekend zijnde — voorkeur van de lezers gegist moest worden. Het is uiteraard wenselijk dat de redactie een duidelijke voorstelling heeft van zijn lezerskring. Zij meent dat het afsluiten van de eerste jaargang een geschikt moment is om bij de lezers eens nader te informeren naar de bij hen aanwezige appreciatie voor het gebodene en naar mogelijke wensen.

Teneinde de inhoud van Sigma zoveel mogelijk te doen beantwoorden aan de wensen van de abonné's verzoekt de redactie U, behulpzaam te zijn bij het verzamelen van de nodige gegevens. Bij dit nummer van Sigma vindt U een vragenlijst ingesloten, die zeer beknopt gehouden is en waarvan het invullen U weinig tijd zal kosten. Het zal U interesseren dat mettertijd een samenvatting van de verkregen antwoorden zal worden gepubliceerd.

Tot slot wensen wij de lezers van Sigma een voorspoedig jaar 1956 toe en hopen dat ons tijdschrift in deze voorspoed deel moge hebben.

De redactie.

STATISTISCHE MISCELLANEA OVER HET MENGEN VAN POEDERS

door Prof. Dr. J. Hemelrijk

1. Het probleem is in de eerste plaats technisch: hoe mengt men poeders zo doeltreffend mogelijk *). Hiervoor zijn vele apparaten ontworpen, die hier niet behandeld zullen worden. Zij berusten op roeren, schudden, draaien enz.
2. Nu is de uitdrukking „zo doeltreffend mogelijk" vaag zolang men het doel niet noemt, dat men treffen wil. Daar zal men dus terdege rekening mee moeten houden. Dit wordt nogal eens over het hoofd gezien en voor het moment gaan wij er ook nu nog aan voorbij, om eerst de vraag te behandelen, wat men met een mengmachine kan verwachten te bereiken. Het best bereikbare resultaat zullen wij (voorlopig) *een ideaal mengsel* noemen.
3. Deze term „ideaal mengsel" komt men in de literatuur over dit onderwerp vaak tegen en wel in verschillende betekenis. Achtereenvolgens kan men de volgende definities vinden:

a. Een ideaal mengsel is volkomen homogeen, d.w.z. ieder monster bevat de bestanddelen in dezelfde verhouding.
b. Een ideaal mengsel is een mengsel met de grootst mogelijke regelmaat.
c. Een ideaal mengsel is een mengsel, dat verkregen had kunnen worden door de deeltjes aselect te verdelen.

4. Kritische beschouwing van de definities: a en b zijn wel erg naïef, maar komen toch telkens weer terug (merkwaardigerwijze); a kan eigenlijk alleen bij een vloeistofmengsel gerealiseerd worden, als men de monsters tenminste niet te klein neemt; b betekent een structuur, zoals zich bij kristallen voordoet met de ionen. Dit gaat voor een mengsel veel te ver en is technisch niet te bereiken, het schiet zijn doel ook verre voorbij; c is veel beter, tenminste wat de bedoeling betreft. Strict genomen, nl. letterlijk opgevat, valt ieder mengsel eronder, want ieder mengsel *kan* verkregen worden bij aselecte verdeling, ook het meest onwaarschijnlijke. Dus volgens a zijn alleen sommige vloeistofmengsels ideaal, volgens b alleen kristalstructuren en volgens c alle mengsels.
5. Nu is het tekort van definitie c eenvoudig te corrigeren, indien men te werk gaat met een practische instelling. Daartoe beschouwen wij een eenvoudig mengsel, van twee componenten A en B, met gelijke korrelgrootte. De korrels verschillen b.v. alleen in kleur. Dit geval, hoewel practisch niet voorkomend, is toch niet helemaal onbelangrijk, daar het statistisch goed te beheersen is en in het laboratorium gerealiseerd kan worden, b.v. om mengmethodes op hun merites te onderzoeken. Wat kan men nu van een mechanische menger verwachten? Zo'n ding is in de regel kleurenblind en kan de korrels dus niet van elkaar onderscheiden. Gooit men nu eerst de A-korrels in het mengvat en dan de B-korrels, dan heeft men een slecht mengsel. Laat men vervolgens de machine draaien, dan blijft het mengsel slecht, zolang het nog op het beginmengsel lijkt en men kan niet méér van de machine verwachten, dan dat na enige tijd de toestand van het mengsel *niet meer van de begintoestand afhangt.* Immers de kleurenblinde machine kan de toestand van het mengsel — en dus ook de begintoestand — helemaal niet zien, het is hem allemaal om het even. Maar dit betekent, dat men niet meer kan verwachten dan aselecte verdeling der korrels over het mengsel, nl. verdeling onafhankelijk van hun kleur. Dit komt overeen met definitie c, maar de term aselect heeft nu betrekking op de *menger,* niet op het mengsel. Dit is een niet onbelangrijk onderscheid. Een *munt* kan zuiver zijn, niet het resultaat (b.v. kruis). Niettemin kan men een mengsel, afkomstig van een aselecte menger, een aselect (tot stand gekomen) mengsel noemen. Deze term is beter dan „ideaal".
6. Wenst men nu na te gaan of (resp. in hoeverre) een *menger* aselect is, dan neemt men één of meer door deze machine geleverde mengsels en onderzoekt deze door middel van monsters, die geanalyseerd worden.
Men kan daarbij (in het geval van gelijke korrels) de theorie van de binomiale en multinomiale verdelingen en de χ^2-verdeling toepassen en men kan dan gemakkelijk een coëfficiënt bedenken, die de menggraad van een dergelijk mengsel *schat.* Het is in de regel overbodig — en weinig zinvol — deze coëfficiënt zo ingewikkeld van karakter te maken, dat het veel werk kost hem te bepalen. Dit zou wellicht zinvol zijn, als in de eerste plaats één bepaald mengsel onderzocht moest worden, maar dit is niet zo, het gaat om de methode.
Voor zoverre men in de literatuur ingewikkelde coëfficiënten aantreft is dat een gevolg van het over het hoofd zien van deze finesse, die dus niet alleen spijkers op laag water zoeken is. Heeft men zo'n coëfficiënt gekozen, dan zij men er zich van bewust, dat deze een kansverdeling bezit (hij valt bij één mengsel anders uit dan bij een ander, ook van dezelfde menger), waarbij twee elementen te onderscheidden zijn: de invloed van de menger, daarbij inbegrepen de duur van het mengen, en die van het nemen der monsters. De eerste factor kan ook nog afhangen van de aard der componenten van het mengsel. Men kan nu echter statistische toetsen opstellen, b.v. van het χ^2 -type, om de hypothese te toetsen, dat de menger aselect werkt. De wijze van monsternemen beïnvloedt dan het onderscheidingsvermogen van deze toets. Het zou te ver voeren de technische details hiervan te beschrijven. De theorie is trouwens traditioneel. Hierover alleen nog enkele opmerkingen:

a. De theorie legt geen beperkingen op aan de plaatsen, waar de monsters genomen worden. Deze kan men dus b.v. systematisch over het mengvat verdelen.
b. De grootte der monsters heeft juist een belangrijke invloed op de mengcoëfficiënt en op de toets. Indien hier en daar kleine klontjes voorkomen, die zelf weer aselect over het mengsel verdeeld worden, zal men dit bij gebruik van monsters, die groot zijn ten opzichte van de klontjes, niet gauw ontdekken; maar wel als de monsters en de klontjes dezelfde orde van grootte hebben. De grootte der monsters moet daarom aangepast worden aan het *doel* van het mengsel, d.w.z. aan de practische gebruikswijze. Bij een *doel*treffende methode van onderzoek zal dit trouwens ook gelden voor de plaatsen, waar de monsters genomen worden.
c. Indien de klontering systematisch optreedt, kan de (hier niet in detail beschreven) χ^2-methode gebruikt worden om de grootte der klontjes te schatten. Dit kan bij fijnkorrelige poeders van belang zijn. Hetzelfde geldt voor het aantal korrels in een monster, indien er geen klontering is, maar de korrelgrootte onbekend is.
d. De duur van de menging, nodig om een mengsel te krijgen dat redelijkerwijze aselect genoemd mag worden, kan met behulp van deze methode (voor iedere menger en voor ieder stel componenten apart) onderzocht worden.

Uit dit alles blijkt, dat de statistische theorie reeds veel steun kan geven aan laboratorium-onderzoek van mengmethodes.

*) Rapport S 183 (V13) van de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum.

7. Ter illustratie van de statistische methoden geven wij een voorbeeld dat met een plaatje duidelijk gemaakt kan worden.

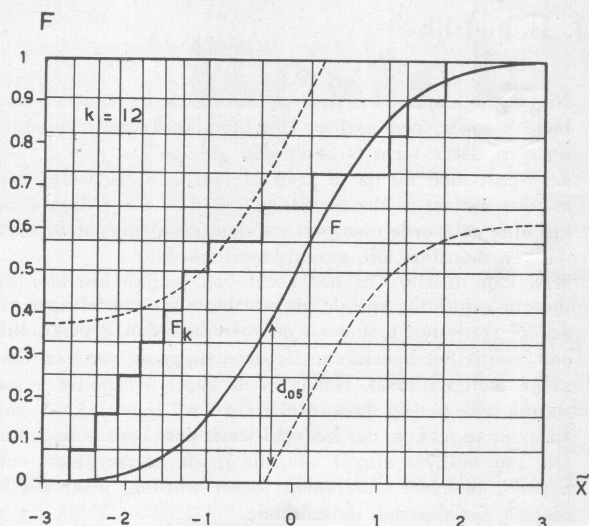


Fig. 1. Een grafische methode om de eigenschappen der monsters van een mengsel voor te stellen.

$$\tilde{x}_j = \frac{x_j - \xi}{\sqrt{\frac{\xi(1-\xi)}{n_j}}} \qquad j = 1, \ldots, 12$$

ξ = gehalte component A

n_j = aantal korrels in monster j

$d_{.05} = \text{MAX} \mid F - F_K \mid$ voor $\alpha = .05$

F = normale verdelingsfunctie

De resultaten der analyses van de monsters ($x_1 \ldots x_{12}$; de in de monsters gevonden gehaltes aan component A) zijn cumulatief uitgezet (de traplijn F_K) na herleiding in zodanige vorm, dat zij min of meer dienen aan te sluiten bij een cumulatieve normale kromme (F). Men kan nu een bekende statistische methode gebruiken (van KOLMOGOROFF en SMIRNOFF) om twee (gestippelde) grenzen uit te zetten, waar F_k niet buiten behoort te komen behoudens een kans $\alpha = 0{,}05$ indien de menging aselect is. In de figuur is dit wel zo, dus wordt geconcludeerd, dat de menging niet aselect is geweest. Men ziet echter in de figuur tevens, waar dit aan ligt: er zijn te veel monsters met een klein A-gehalte. Daardoor loopt F_k in het begin te steil op. Op deze wijze verkrijgt men een aardig overzicht over de metingen. Nadeel van deze methode: ξ, het totale A-gehalte, moet bekend zijn.

8. Tenslotte een methode, geschikt voor een speciaal doel, die toepasbaar is op alle soorten mengsels, zonder beperking voor de korrelgrootten. Het punt van onderzoek is, of één der componenten van een mengsel, b.v. A (het kan voor iedere component apart onderzocht worden) in een bepaalde richting, b.v. naar beneden, „uitgezakt" is. Dit kan, bij oorspronkelijk aselect mengen, door schudden, b.v. bij transport, optreden. Om te onderzoeken of dit het geval is, neemt men nu een aantal monsters uit k verschillende lagen van het mengsel (dat b.v. in een pakje zit) en bepaalt voor ieder van deze monsters het gehalte A: $x_1, x_2, \ldots, x_k$ in volgorde der lagen. Vervolgens berekent men de grootheid

$$d = \frac{x_1 + 2x_2 + 3x_3 + \ldots + kx_k}{(1 + 2 + \ldots + k)\,\overline{x}} - 1$$

die gelijk aan nul is als alle x_i dezelfde waarde bezitten, groter dan nul als er een toenemend verloop is en kleiner dan nul als het afnemend is. Van deze grootheid d, die dus een maat voor de doorzakking in de onderzochte richting is, kan men nu de kansverdeling bij aselecte menging berekenen. Dan zijn nl. alle permutaties der x_i even waarschijnlijk. Op grond hiervan kan dus de hypothese, dat het mengsel aselect is, getoetst worden met (positieve of negatieve) doorzakking als alternatieve hypothese. Immers speciaal dan zal de toets tot verwerping leiden. Men kan deze toets dus reeds op de resultaten van één pakje toepassen. Men zal er daarbij echter rekening mee moeten houden dat andere afwijkingen dan doorzakking, b.v. niet aselect over het pakje verdeelde klontering, de spreiding van d zullen vergroten, hetgeen de toets ongeldig maakt, ook als er geen doorzakking is. Aan deze moeilijkheid kan echter ook tegemoet gekomen worden. Meet men nl. op deze wijze een aantal mengsels door, dan kan men de gevonden waarden van d, na een hier niet te bespreken standaardisering, vergelijken met de theoretische verdeling, om de gestelde hypothese te toetsen. Is deze niet juist, dan zal een verschuiving naar de positieve of naar de negatieve kant waar te nemen zijn. Men zal dus speciaal op verschuivingen moeten letten en bij toetsing een toets moeten gebruiken, die wel reageert op verschuiving doch niet of nauwelijks op vergroting van de spreiding. Dit is echter zeer wel mogelijk, b.v. door van een symmetrietoets gebruik te maken. Ook is de verdeling van d bij benadering normaal als de te toetsen hypothese vervuld is en men kan dus b.v. de toets van Student voor de hypothese, dat het gemiddelde gelijk aan nul is, gebruiken. Daarbij wordt dan de theoretische spreiding van d vervangen door de schatting, die uit de waarnemingen verkregen wordt. Deze methode is minder exact dan de eerstgenoemde.

9. Een belangrijke vraag is bij dit probleem verder het vergelijken van twee partijen van pakjes van mengsels op hun doorzakking. Daarbij wordt dus niet getoetst of deze gelijk aan nul is, maar of hij voor beide partijen dezelfde is, d.w.z. dezelfde verdeling bezit. Men mengt b.v. de pakjes oorspronkelijk op dezelfde wijze, maar behandelt ze daarna verschillend: b.v. door verschillende duur of wijze van transport. De vraag is nu, of de doorzakking bij de toegepaste wijzen van behandeling gelijk is of niet. In deze situatie is van de verdeling der doorzakkingscoëfficiënten niets bekend. De menging behoeft zelfs niet aselect geweest te zijn (dat was het vorige punt) en zelfs al was dit wel zo, dan is de toestand na de behandeling niet meer dezelfde als daarvoor. Hier komt nu de verdelingsvrije statistiek goed van pas. Wij kunnen nl. met behulp van de toets van WILCOXON voor twee waarnemingsreeksen, of van een andere toets voor hetzelfde probleem, toch toetsen of de beide behandelingsmethoden æquivalent zijn wat hun invloed op de doorzakking betreft. Is dat zo, dan is nl. de (onbekende) kansverdeling van d voor beide partijen gelijk en dit kunnen wij met de genoemde toets onderzoeken, onafhankelijk van de vorm van die verdeling, door deze toets toe te passen op twee reeksen waarnemingen van d, verkregen uit steekproeven van pakjes uit beide partijen.

10. Indien deze weinig technische en summiere notities de lezer een indruk gegeven hebben van enkele toepassingsmogelijkheden van de statistiek op het probleem van mengen van poeders, dan hebben zij ruimschoots hun doel bereikt. Verdere uitwerking van de vermelde methoden en literatuurverwijzingen kan men in de volgende rapporten vinden: J. Hemelrijk, Statistical methods applied to the mixing of solid particles I, Rapport S 159, 1954. R. Doornbos, Idem II, Rapport S 184, 1955. Rapporten van de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum, Amsterdam.

Practische aspecten van het mengen van poeders

door A. J. de Jong,
directeur van Lever's Zeep - Maatschappij n.v. Vlaardingen

In aansluiting op de beschouwingen van Prof. Hemelrijk moge het volgende worden opgemerkt.
Van een mengmachine of mengmethode kan niet méér worden verwacht dan dat na enige tijd de toestand van het mengsel niet meer van de begintoestand afhangt, m.a.w. dat het mengsel van poedervormige stoffen aselect is geworden. Hoe kunnen wij ons een beeld vormen van een aselect mengsel?
In de literatuur vindt men, zoals door Prof. Hemelrijk opgemerkt is, de „ideale", d.w.z. de volkomen homogene, volkomen regelmatige mengsels. Een voorkeur schijnt daarbij te bestaan voor een „fifty-fifty" mengsel, waarin er van elke stof een gelijk aantal deeltjes, die buitendien onderling gelijk en gelijkvormig zijn, aanwezig is.
In de practijk zullen vaak andere verhoudingen dan 1 op 1 worden aangetroffen. Dat de verhouding van twee componenten A en B belangrijk is voor het mengen als zodanig is logisch: het is veel gemakkelijker te mengen bij een verhouding A : B = 1 : 1 dan bij een verhouding die anders ligt.
In figuur 1 is een schema getoond van een aselect mengsel A : B = 1 : 9, bestaande uit 10.000 gelijke en gelijkvormige deeltjes, als vierkantjes voorgesteld, waarvan er 1000 zwart en 9000 wit zijn. De aselecte verdeling is verkregen, door in de tabellen van Random Numbers van Fisher en Yates, 1000 verschillende getallen van 4 cijfers te noteren en deze als nummers van de zwart te maken hokjes in het grote vier vierkant van 100 bij 100 hokjes te beschouwen. De verkregen aselecte verdeling geeft dus een beeld van een mengsel zwart : wit = 1 : 9.
Wij kunnen deze 10.000 vierkantjes verdeeld denken in 100 vierkanten van 100 en nagaan hoeveel zwarte vierkantjes in elk dezer vierkanten van 100 voorkomen. Het resultaat van deze berekening is weergegeven in de linker tabel aan de bovenzijde van deze pagina.
Nemen wij telkens twee vierkanten bijeen, waardoor wij 50 vakken van 200 vierkantjes vormen, dan blijkt de spreidingsbreedte (van het aantal zwarte vierkantjes per 100) te verminderen tot 8. Aldus kunnen wij verder gaan.
In figuur 2 is een aselecte verdeling weergegeven, op analoge wijze verkregen als bij de eerste figuur, maar met een mengverhouding 2 : 8. Wanneer wij ook hier de zwarte vierkantjes per vierkant van 100 vakjes tellen, vinden we de uitkomst, die in de rechter tabel hierboven is weergegeven.
In plaats van 100 vierkanten à 100 vierkantjes kunnen wij 50 vakken van 200, 25 vakken van 400, 20 vakken van 500 vierkantjes, enz. vormen. Tabel I (zie pag. 128) geeft hiervan een overzicht voor de beide mengverhoudingen 1 : 9 en 2 : 8. In tabel II zijn de spreidingsbreedtes in die verschillende gevallen genoteerd (als verschil tussen maximum en minimum).

Aantal zwarte vierkantjes per vierkant van 100	Frequentie
3	1
4	1
5	4
6	8
7	6
8	9
9	18
10	9
11	12
12	11
13	11
14	3
15	3
16	3
17	1
Totaal:	100

De spreidingsbreedte bedraagt 17 — 3 = 14.

Aantal zwarte vierkantjes per vierkant van 100	Frequentie
13	4
14	1
15	6
16	3
17	5
18	12
19	16
20	10
21	9
22	14
23	7
24	5
25	3
26	2
27	0
28	2
29	0
30	1
Totaal:	100

De spreidingsbreedte bedraagt 30 — 13 = 17.

TABEL II.

Aantal vakken	Aantal vierkantjes p. vak	Gevonden „gehaltes"					
		Verhouding 1 : 9			Verhouding 2 : 8		
		Max.	Min.	Verschil	Max.	Min.	Verschil
100	100	17	3	14	30	13	17
50	200	14.5	6.5	8.0	24	15.5	9.5
25	400	12.75	7.25	5.5	23.25	18.25	5.00
20	500	12.2	7.4	4.8	22.8	18.2	4.6
10	1000	12.2	7.6	4.6	21.4	18.6	2.8
5	2000	11.05	8.7	2.35	20.55	19.45	1.10
4	2500	10.64	9.08	1.56	20.56	19.48	1.08
2	5000	10.14	9.86	0.28	20.02	19.98	0.04

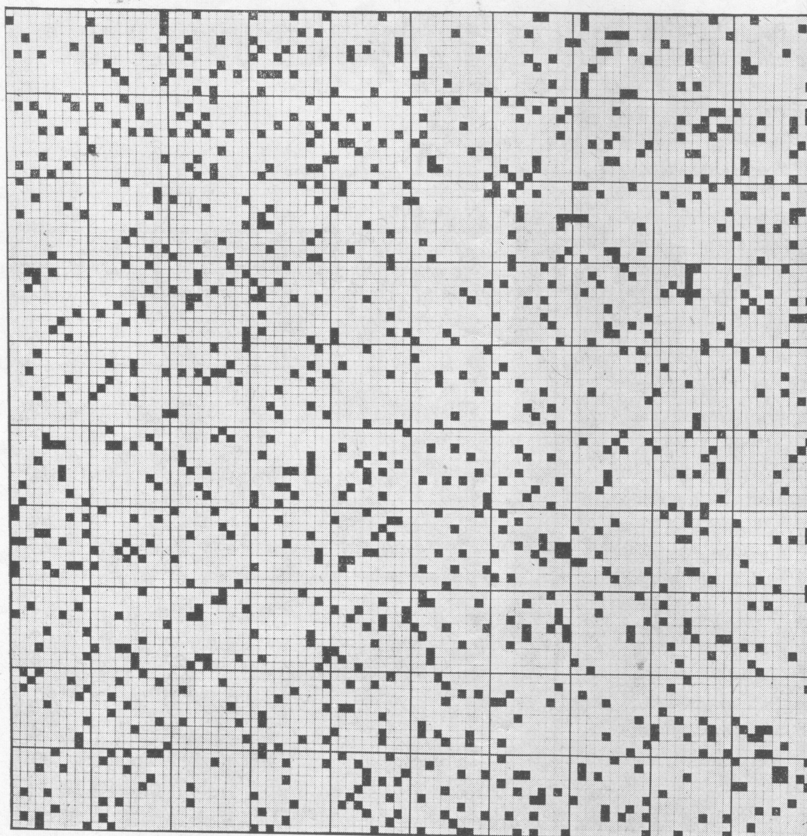


Fig. 1 Schema van een aselect mengsel, mengverhouding 1 : 9

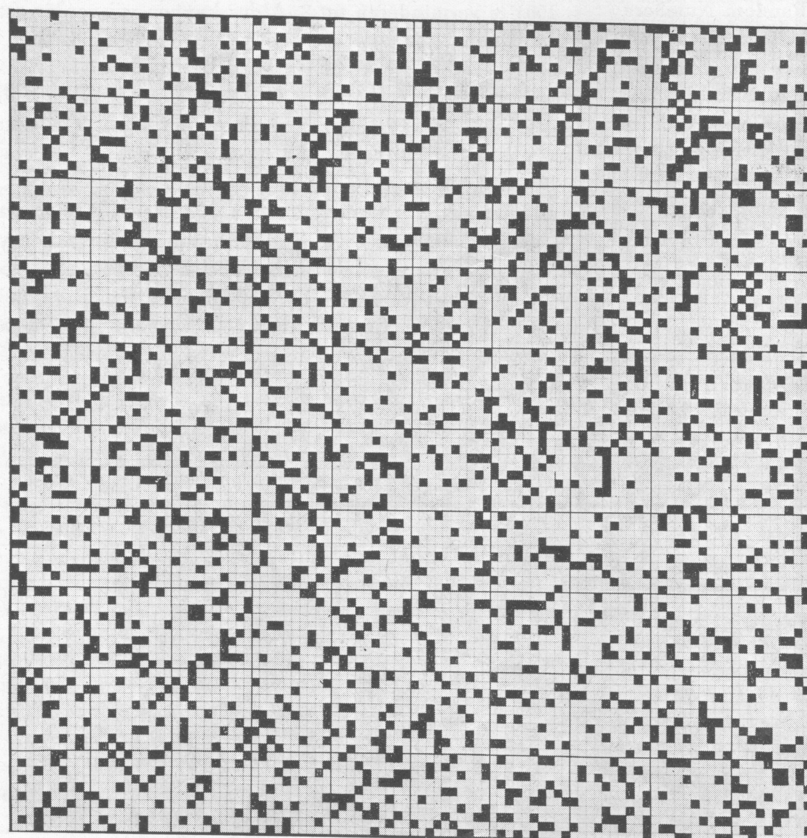


Fig. 2 Schema van een aselect mengsel, mengverhouding 2 : 8

Dit voorbeeld illustreert hoe, alnaarmate de monsters groter worden, de spreidingsbreedte van de gehaltes der monsters vermindert. Het is natuurlijk niet juist te verwachten dat men in de practijk bij poedermengsels die aselect zijn zulke grote variaties zal aantreffen als in het gegeven voorbeeld. Bij poedermengsels heeft men met enorme aantallen deeltjes te maken en in de beide figuren slechts met 10.000. Het voorbeeld wil alleen de invloed van de grootte van de monsters op de uitkomst tonen.

Poeders in de practijk zullen nimmer — kan men wel zeggen — uit volkomen gelijke en gelijkvormige deeltjes bestaan, doch mengsels zijn van een aantal fracties van deeltjes van verschillende afmeting en vorm. Ieder poeder — al is het van één bepaalde stof en dus van homogene chemische samenstelling — is opzichzelf dus reeds een mengsel. Wanneer wordt gesproken van een mengsel van twee poedervormige stoffen, heeft men dus te maken met een mengsel van twee verschillende stoffen, ieder aanwezig in de vorm van een mengsel van deeltjes van verschillende vorm en grootte.

Ondanks de uitgebreide literatuur over poeders, over mengen van poeders en over poedermengsels is men nog steeds niet zover dat het „gedrag" van poeders bij het mengen kan worden voorspeld in dien zin, dat men met zekerheid kan zeggen dat een poeder A, in een bepaalde verhouding toegevoegd aan een poeder B en, met behulp van één of andere menger of van een bepaalde mengmethode daarin aselect verdeeld, na het mengen ook aselect verdeeld zal blijven, of m.a.w. een stabiel mengsel zal vormen met B. En op een stabiele eindtoestand is toch het proces, dat wij mengen noemen, gericht. Een bepaalde vorm, resp. mate van ontmenging, die kan optreden nadat het mengproces is beëindigd, is afhankelijk van een groot aantal factoren, waarvan genoemd kunnen worden:

a) deeltjesgrootte en -vorm;
b) onderlinge verhouding van de verschillende fracties van deeltjes van dezelfde grootte;
c) soortelijk gewicht van de componenten van het mengsel;
d) wrijving tussen de deeltjes onderling (vrij-vloeiendheid van het poeder);
e) mengverhouding.

Deze factoren staan niet elk op zichzelf. Deeltjesgrootte en -vorm bepalen ten dele de onderlinge wrijving. Hoe groter het aantal deeltjes per gewichts- of volumeeenheid, hoe talrijker het aantal contactpunten en des te groter

daardoor de interne wrijving. Bij een zekere fijnheidsgraad is een poeder niet langer vrijvloeiend, en daardoor kan de bereikte mengtoestand stabieler zijn dan bij een grover poeder van dezelfde samenstelling qua mengverhouding.

Verder wordt de onderlinge wrijving beïnvloed door de mate van gladheid of ruwheid van het oppervlak der deeltjes.

Een dislocatie van de deeltjes van een poedervormig mengsel kan optreden zodra het mengproces wordt gestaakt, nl. wanneer men te maken heeft met twee stoffen, die qua deeltjesgrootte sterk uiteenlopen, terwijl de grote deeltjes een samenhangende fase vormen.

Voorbeeld: aan een hoeveelheid glazen kralen voegt men een hoeveelheid fijn zand toe, zo klein dat de interstities tussen de kralen een groter totaalvolume hebben dan het zand. Zolang de massa in beweging wordt gehouden in één of andere menger, is er misschien sprake van een bepaalde „mengtoestand". Zodra echter de beweging ophoudt, stroomt het zand naar de laagste plaatsen. In een dergelijke verhouding zijn kralen en zand eenvoudig niet te mengen.

Is de verhouding dusdanig, dat het zand de interstities juist opvult, dan behoeft men niet te mengen, omdat men door het gieten van het fijne zand op de samenhangende kralenmassa alle tussenruimte opvult. De verkregen toestand is dan echter slechts schijnbaar een mengsel. De geringste agitatie veroorzaakt dislocatie, waarbij kralen en zand zich ontmengen.

Is er een overmaat zand, dan kan, in een menger, een aselect mengsel tot stand komen. Het verkregen mengsel is echter labiel, omdat bij schudden of stoten dislocatie optreedt: de glazen kralen worden door het zand verdrongen en komen a.h.w. bovendrijven, wanneer het agiteren enige tijd wordt voortgezet.

Kortom: een bij agitatie stabiel aselect blijvend mengsel van deze kralen en dit zand is onbestaanbaar.

Met dit, veel te simpele voorbeeld is aangetoond, dat er in de gecompliceerde poedermengsels van de practijk dislocaties kunnen en ook vaak zullen optreden. Alleen wanneer de invloeden van alle factoren, die bij het mengen optreden, bekend zullen zijn, zal het mogelijk worden de dislocatie te beheersen, in die zin, dat men voor bepaalde mengsels het gedrag zal kunnen voorspellen.

Voorlopig zijn wij nog ver af van deze doelstelling.

Wel echter is er een statistische methode om de optredende dislocatie vast te stellen: de door Prof. Hemelrijk besproken verdelingsvrije correlatiemethode ter bepaling van wat hij de doorzakking heeft genoemd.

Deze methode maakt het mogelijk:

1) bij een bepaalde mengmethode het mengproces te volgen en vast te stellen dat het mengsel aselect is geworden;

2) verschillende mengers of mengmethodes onderling te vergelijken;

3) vast te stellen of mengsels al dan niet stabiel blijven, bij agitatie tijdens transport of anderszins.

Doorzakking kan alleen worden berekend t.o.v. een bepaalde begintoestand, of t.o.v. een bepaalde aanname (b.v. aselecte verdelingstoestand).

Gaan wij in de schema's van de 1 : 9 en 2 : 8 aselecte verdelingen de doorzakking berekenen, dan vinden wij, indien wij de 10.000 hokjes, die het grote vierkant vormen, verdeeld denken in lagen, het volgende (zie tabel III).

Tabel III

Aantal lagen	Waarde van d voor mengverhouding	
	1 : 9	2 : 8
10	— 0.003	— 0.0029
5	— 0.009	— 0.0045
4	— 0.004	— 0.0038
2	+ 0.005	— 0.0003

De doorzakking is hier dus uiterst gering, m.a.w. de mensels zijn in zeer hoge mate aselect.

Voor de mogelijkheid van vergelijking van twee mengers diene het volgende voorbeeld.

In een z.g. kubusmenger worden twee poeders gemengd in de verhouding 1 : 9. Na 5 minuten wentelen van de kubus worden een of meer monsters uit de inhoud genomen. Elk monster wordt met behulp van een voor dit doel ontworpen hulpapparaat in een aantal ongeveer gelijke delen verdeeld, zonder agiteren. Daarna wordt elk submonster onderzocht op het gehalte aan één der beide componenten. Bij een mengverhouding 1 : 9 werd gevonden:

Mengduur	Spreidingsbreedte	d
5 minuten	4.22 %	+ 0.42
10 minuten	3.97 %	— 0.22
30 minuten	3.52 %	— 0.13
60 minuten	3.27 %	+ 0.09

Bij een ander type menger werd, onder dezelfde omstandigheden gevonden:

5 minuten	2.97 %	+ 0.06
10 minuten	1.55 %	+ 0.04
30 minuten	1.64 %	— 0.004
60 minuten	1.48 %	+ 0.003

Het behoeft nauwelijks betoog, dat de laatste menger beter, of in elk geval vlugger, dus efficiënter mengt. Uitdrukkelijk zij vermeld, dat het niet de bedoeling is iets ten nadele van een kubusmenger te zeggen: in dit speciale geval, bij dit mengsel van twee speciale poeders in de verhouding 1 : 9 bleek de tweede menger beter te voldoen dan de eerste; het mengsel werd eerder aselect. Slechts enkele aspecten van het zo gecompliceerde probleem van het mengen van poedervormige stoffen konden worden aangestipt. Dat statistische methodes bij de ontwarring van het probleem kunnen helpen staat vast.

Tabel I

No's \ aantal vakken	Mengverhouding 1:9									Mengverhouding 2:8								
	100	50	25	20	10	5	4	2	1	100	50	25	20	10	5	4	2	1
1—100	5	16	44	53	99	221	266	493	1000	13	31	77	92	201	411	514	1001	2000
101—200	11									18								
201—300	12	28								22	46							
301—400	16									24								
401—500	9	17	41							15	34	77						
501—600	8			46						19			109					
601—700	8	24								19	43							
701—800	16									24								
801—900	7	14	36							25	47	86						
901—1000	7									22								
1001—1100	13	22		61	122					20	39		102	210				
1101—1200	9									19								
1201—1300	15	28	51							20	43	85						
1301—1400	13									23								
1401—1500	11	23								20	42							
1501—1600	12			61						22			108					
1601—1700	13	21	49							19	37	86						
1701—1800	8									18								
1801—1900	15	28								28	49							
1901—2000	13									21								
2001—2100	6	15	35	45	92	196				16	37	84	103	204	404			
2101—2200	9									21								
2201—2300	8	20								21	47							
2301—2400	12									26								
2401—2500	10	14	40							19	35	81						
2501—2600	4			47			227			16			101			487		
2601—2700	14	26								24	46							
2701—2800	12									22								
2801—2900	6	17	35							19	39	78						
2901—3000	11									20								
3001—3100	9	18		49	104					22	39		97	200				
3101—3200	9									17								
3201—3300	13	24	37							18	40	73						
3301—3400	11									22								
3401—3500	7	13								18	33							
3501—3600	6			55						15			103					
3601—3700	10	23	49							19	44	88						
3701—3800	13									25								
3801—3900	13	26								18	44							
3901—4000	13									26								
4001—4100	5	14	34	39	76	174				18	41	78	91	186	391			
4101—4200	9									23								
4201—4300	10	20								19	37							
4301—4400	10									18								
4401—4500	5	13	29							13	31	74						
4501—4600	8			37						18			95					
4601—4700	11	16								22	43							
4701—4800	5									21								
4801—4900	6	13	32							15	34	79						
4901—5000	7									19								
5001—5100	11	19		53	98		257	507		23	45		112	205		503	999	
5101—5200	8									22								
5201—5300	9	22	43							17	47	82						
5301—5400	13									30								
5401—5500	12	21								20	35							
5501—5600	9			45						15			93					
5601—5700	9	18	36							23	41	78						
5701—5800	9									18								
5801—5900	12	18								18	37							
5901—6000	6									19								
6001—6100	16	27	42	54	107	207				21	43	87	106	196	389			
6101—6200	11									22								
6201—6300	8	15								22	44							
6301—6400	7									22								
6401—6500	12	21	45							19	39	70						
6501—6600	9			53						20			90					
6601—6700	15	24								18	31							
6701—6800	9									13								
6801—6900	11	20	38							20	39	81						
6901—7000	9									19								
7001—7100	9	18		52	100					20	42		102	193				
7101—7200	9									22								
7201—7300	12	21	45							23	37	75						
7301—7400	9									14								
7401—7500	13	24								23	38							
7501—7600	11			48			250			15			91			496		
7601—7700	10	18	37							22	40	76						
7701—7800	8									18								
7801—7900	11	19								16	36							
7901—8000	8									20								
8001—8100	11	20	36	45	91	202				22	39	77	96	191	405			
8101—8200	9									17								
8201—8300	6	16								19	38							
8301—8400	10									19								
8401—8500	9	20	33							19	40	74						
8501—8600	11			46						21			95					
8601—8700	7	13								19	34							
8701—8800	6									15								
8801—8900	12	22	44							23	40	81						
8901—9000	10									17								
9001—9100	10	22		52	111					21	41		100	214				
9101—9200	12									20								
9201—9300	3	13	42							13	34	80						
9301—9400	10									21								
9401—9500	17	29								25	46							
9501—9600	12			59						21			114					
9601—9700	14	27	47							24	48	93						
9701—9800	13									24								
9801—9900	6	20								17	45							
9901—10000	14									28								
Totalen:	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000

Taak en plaats van de kwaliteitsfunctionarissen

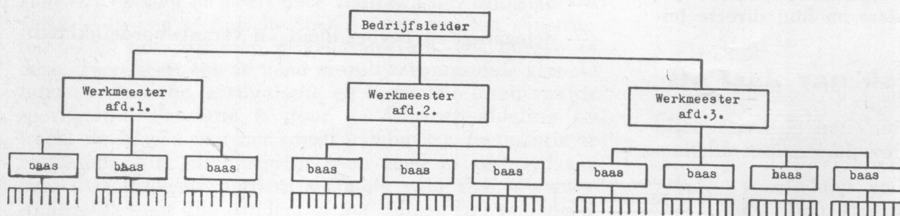


door Ir. F. G. WILLEMZE *N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Afd. Technische Efficiency en Organisatie*

Inleiding

Geschiedenis

Een van de vele dingen, die Taylor (F. W. Taylor 1856—1915) gedaan heeft om het leiden van bedrijven op wetenschappelijke basis te brengen, is het analyseren van de taak van de baas. Dit onderzoek bracht aan het licht dat in die tijd de baas in een groot bedrijf in wezen op dezelfde wijze te werk ging en dezelfde functies vervulde als de leider van een klein bedrijf. Uit deze analyse bleek dat de taak van de baas 8 à 9 functies omvatte, die elk voor zich een andere mentaliteit, kennis en inzicht vereisten, zodat het vrijwel onmogelijk was iemand te vinden, die al deze functies naar behoren kon vervullen. Tegenover de lijn- of „militaire"-organisatie (fig. 1) zoals die door Taylor in de meeste (machine-) fabrieken werd aangetroffen, stelde hij daarom zijn „functionele" organisatie, waarbij elke baas slechts één of enkele functies krijgt te vervullen (fig. 2). Dit kan dus zijn: werkvoorbereiding, onderhoud, tarifiëring, controle of toezicht. Elke arbeider heeft dus niet meer met één, maar met meerdere bazen te maken, die eventueel tegenstrijdige opdrachten kunnen geven.



Figuur 1. Organisatie van de bedrijfsleiding in een machinefabriek zoals Taylor deze in zijn tijd heeft aangetroffen. (ontleend aan Hijner: „Functionele taakverdeling in de fabricage", Stenfert Kroese, Leiden).

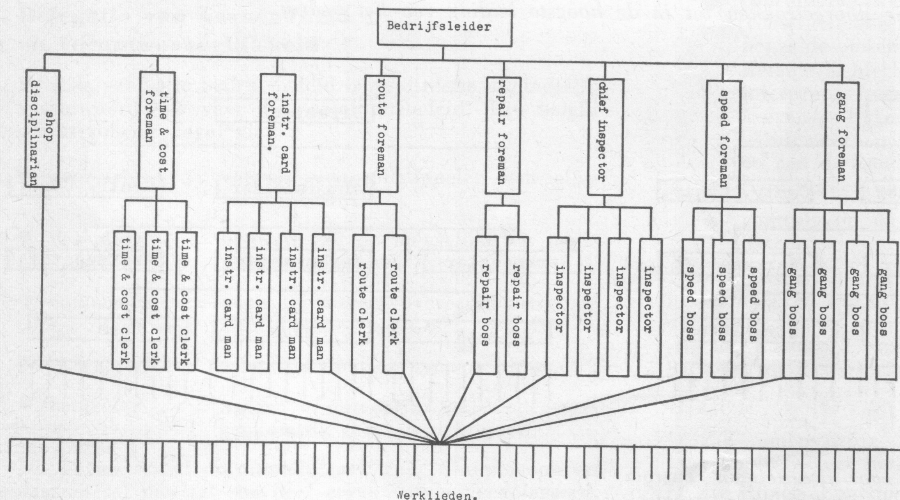


Fig. 2. Functionele organisatie volgens Taylor (ontleend aan Hijner: „Functionele taakverdeling in de fabricage", Stenfert Kroese, Leiden)

Centrale controle

Hoewel Taylor deze organisatie slechts voor het lagere toezichthoudende personeel heeft ontwikkeld (zie fig. 2), is deze lijn ook doorgetrokken naar hogere niveaux. Op deze wijze zijn constructies ontstaan, waarbij naast de bedrijfsleider met zijn ondergeschikten, die verantwoordelijk zijn voor de orde en tucht, aparte organisaties voorkomen, die verantwoordelijk zijn voor de kwaliteit (controle-dienst), tijdverantwoording (administratie), werkregeling (planning- en productiebureaux), onderhoud en reparatie (technische dienst), prestatie (tariefbureaux) enz. (fig. 3). Momenteel interesseert ons slechts de kwaliteit en van de genoemde diensten dus in het bijzonder de „controledienst".
De organisatie van een dergelijke „controledienst" of „centrale controle" is van bedrijf tot bedrijf verschillend, maar het essentiële hierbij is toch steeds dat zij, om verantwoordelijk te kunnen zijn voor de kwaliteit van het eindproduct en haar samenstellende delen, het product in verschillende stadia (bijv. na elke bewerking) controleert en ingrijpt, indien niet aan de vereiste kwaliteit wordt voldaan (stoppen van de betreffende bewerking). Het zwaartepunt van haar taak ligt echter meestal bij de inspectie en de vrijgave van het gereed product.
Ook ten aanzien van het ontwerp kan een dergelijke controle worden uitgevoerd en in een van de ontwerper (constructeur) onafhankelijke vrijgaveafdeling worden georganiseerd.

Decentralisatie van controle

Reeds vóór de tweede wereldoorlog is in verschillende bedrijven tegen een dergelijke organisatie verzet gerezen. De veranderde inzichten ten aanzien van het doel van de arbeid en de statistische kwaliteitscontrole hebben het proces van decentralisatie van de controle aanzienlijk versneld. Vooral de statistische kwaliteitscontrole heeft door haar methoden voor procescontrole en het gebruik van de resultaten om processen te gaan beheersen aangetoond, welke grote invloed arbeiders en hun directe leiding hebben op de kwaliteit.

In vele gevallen bleek bij beheerste processen een eindcontrole overbodig te zijn, zodat met steekproeven tijdens en na de fabricage kon worden volstaan. Dit werd niet bereikt door controle maar door de bereidheid zich in te spannen om goede producten te maken

Bovendien heeft de statistische denkwijze inzicht verschaft in de risico's die verbonden zijn aan het beoordelen van steekproefresultaten. Indien bij het keuren van partijen producten slechts geringe risico's genomen mogen worden, zijn enorme steekproeven vereist. Dit alles maakt het uitermate moeilijk voor een instantie, die niet direct bij de fabricage betrokken is, de kwaliteit van deze producten te garanderen. Als vanzelf heeft dit er toe geleid de controle te maken tot een hulpmiddel *van* de bedrijfsleiding in plaats van een controlemiddel *op* de bedrijfsleiding. Door deze ontwikkeling kunnen organisatievormen ontstaan als afgebeeld in fig. 4, waarbij de verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van de uitvoering bij de bedrijfsleiding ligt en de fabricagecontrole op verschillende niveaux in de hiërarchie is ingeschakeld.

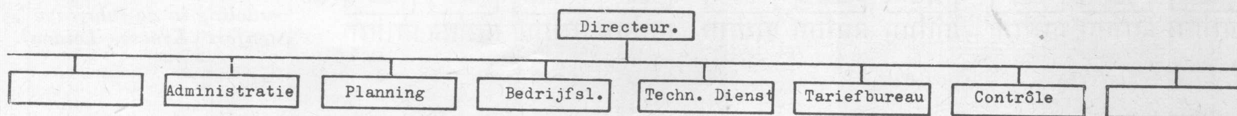
Indien een dergelijk stadium is bereikt moet men zich afvragen of het nog zin heeft een centrale controle-instantie te handhaven, die nog slechts het eindproduct kan beoordelen en vrijgeven. Dit is een situatie, die niet erg aantrekkelijk is, daar op de kwaliteit als zodanig geen invloed kan worden uitgeoefend. Hoogstens kan worden voorkomen dat slechte producten de deur uitgaan, een zuiver negatieve invloed dus. Het is dan ook begrijpelijk dat men zich opnieuw is gaan bezinnen op de taak van een dergelijke functionaris.

Bezinning op de taak van de kwaliteitsfunctionaris

Uitgangspunten bij het bepalen van de taak van de kwaliteitsfunctionaris zijn:

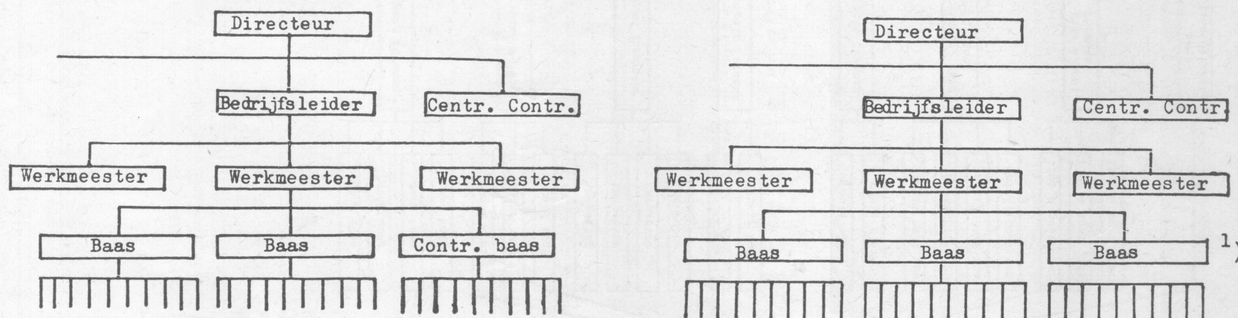
— definitie van kwaliteit

— delegatie van bevoegdheid en verantwoordelijkheid.

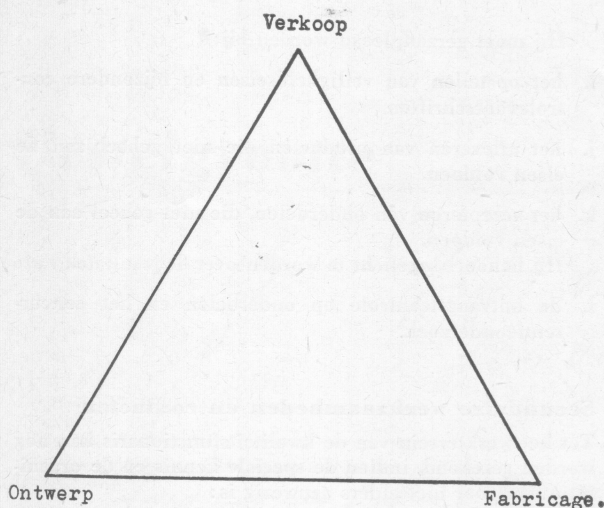


Elk met functionarissen in de werkplaats.

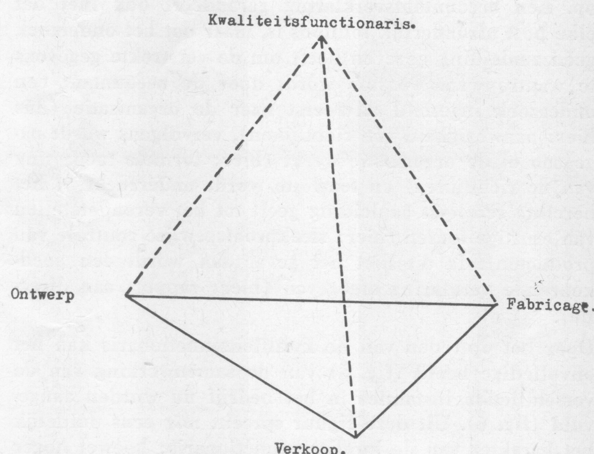
Figuur 3. Functionele organisatie doorgetrokken tot in de hoogste leiding van het bedrijf.



Figuur 4. Verantwoordelijkheid voor kwaliteit en controle verlegd naar de bedrijfsleiding (op verschillende niveaux).



Figuur 5. Samenspel van verkoop, ontwerp en fabricage.



Figuur 6. De kwaliteitsfunctionaris fungeert als het „oog der directie" (ontleend aan Ir. A. H. Schaafsma en Ir. F. G. Willemze, „Modern Kwaliteitsbeleid", Meulenhoff en Co., Amsterdam).

Definitie van kwaliteit

Het product dat de klant in handen krijgt vergelijkt hij met hetgeen hij zich voorgesteld had voor deze prijs te kunnen krijgen en beoordeelt hij naar het nut dat hij ervan kan hebben. Bekeken vanuit het oogpunt van de klant kan de kwaliteit van een industrieel product gedefinieerd worden als „de mate van bruikbaarheid, of wel de geschiktheid om aan de eisen van de verbruiker, voor wien het werd vervaardigd, te voldoen".[1]

Zo gedefinieerd leveren zowel verkoop, constructie (ontwerp) en fabricage ieder een aandeel in de uiteindelijke kwaliteit van het product. De verkoopafdeling immers heeft vastgesteld wat de klant wenst en welke prijs hij er voor wil betalen en heeft deze meestal vrij vage gegevens vertaald in een technische specificatie voor het constructiebureau, ontwerpgroep of laboratorium. Dit bureau of deze groep heeft een zo goed mogelijk compromis gezocht tussen technische, aesthetische en financiële eisen van de specificatie. Tenslotte is door de fabricage-afdeling getracht de ideeën van het constructiebureau in materie te realiseren. Niet allen zijn er even goed in geslaagd aan haar doel te beantwoorden, maar elk voor zich is verantwoordelijk voor zijn aandeel in het geheel. Het samenspel dat nodig is om uiteindelijk een product te leveren, kan dan ook worden weergegeven in een figuur (fig. 5), die aangeeft dat alle drie — verkoop, ontwerp en fabricage — met *elkaar* te maken hebben.

Delegatie van bevoegdheid en verantwoordelijkheid

Evenals voor alle bedrijfsbeleid is de directie uiteindelijk verantwoordelijk voor het kwaliteitsbeleid. Dit beleid omvat volgens Fayol[2]):

- prevoir = vooruit zien, uitstippelen van algemene richtlijnen.
- organiser = bouwen van de menselijke en materiële organisatie.
- commander = doen uitvoeren overeenkomstig de richtlijnen.
- coordiner = zorg voor de juiste samenwerking.
- contrôler = nagaan of uitvoering geschiedt overeenkomstig gegeven richtlijnen.

Dit is een teveel omvattende taak voor één persoon en daarom zal meestal een deel ervan worden *gedelegeerd*, d.w.z. dat zowel bevoegdheden om dit deel van de taak uit te voeren als de verantwoordelijkheid voor deze uitvoering worden overgedragen. Ten aanzien van de kwaliteit wil dat zeggen, dat „commander" (het doen uitvoeren overeenkomstig de gegeven richtlijnen) wordt gedelegeerd aan verkoopleiding, ontwerper (constructeur) en bedrijfsleider (fabrikant). Binnen de gegeven algemene richtlijnen zijn deze functionarissen *alleen en volledig verantwoordelijk ten aanzien van de kwaliteit, de verkoopleider voor de specificatie, de ontwerper voor het ontwerp en de bedrijfsleider voor de uitvoering van dit ontwerp.*

Het „contrôler" en gedeelten van het „prévoir" en „coordiner" kunnen worden gedelegeerd aan een speciale staffunctionaris, *kwaliteitsfunctionaris* genoemd.

De taak van de kwaliteitsfunctionaris

Gebaseerd op het voorgaande zal de taak van de kwaliteitsfunctionaris als volgt kunnen worden samengevat:

- voorlichten van de directie over alle zaken de kwaliteit betreffende, opdat de directie te allen tijde over inlichtingen en gegevens kan beschikken, die zo objectief mogelijk zijn.
- detailleren van de algemene richtlijnen van de directie.
- coördineren van verkoopafdeling, ontwerpgroep (constructiebureau, laboratorium) en fabricage in bepaalde omschreven opdrachten.
  Belangrijk hierbij is het verzamelen, verwerken en interpreteren van gegevens, ervaringen en opmerkingen — liggende op het gebied van de kwaliteit — uit verkoopafdeling, ontwerpgroep en fabricage en aan de hand daarvan bevruchtend en stimulerend werken op deze afdelingen.
- controle op de uitvoering van de gegeven richtlijnen.

Deze controle zal niet in de eerste plaats gericht zijn op het garanderen van de kwaliteit van ieder product afzonderlijk, maar veel meer of er gewerkt wordt overeenkomstig de „standing" van het bedrijf. Een vergelijking met het werk en de werkwijze van de accountant gaat zeer goed

[1]) Zie samenvatting Werkgroep „Kwaliteit als organisatieprobleem" van het Kon. Inst. v. Ing.

[2]) Zie Hijner „Functionele taakverdeling in de fabricage".

op. Een accountantsverklaring garandeert ook niet dat elke post afzonderlijk foutloos is, maar dat het onderzoek geen aanleiding gegeven heeft om de verstrekte gegevens te wantrouwen. Daartoe wordt door de accountant een onderzoek ingesteld allereerst naar de organisatie (dus hier: aanwezigheid van richtlijnen), vervolgens wordt nagegaan of de organisatie werkt (hier: formele toepassing van de richtlijnen) en tenslotte wordt onderzocht of het bereikte resultaat aanleiding geeft tot het veronderstellen van ernstige fouten (hier: steekproefsgewijze controle van producten). Is dit niet het geval dan wordt een goedkeurende verklaring afgegeven (hier: rapport aan directie).

Door het optreden van de kwaliteitsfunctionaris kan het onvolledige beeld (fig. 5) van de samenwerking van de verschillende instanties in het bedrijf nu worden aangevuld (fig. 6). Uit deze figuur spreekt nog eens duidelijk het karakter van de kwaliteitsfunctionaris: hoewel hoger getekend dan ontwerp, fabricage en verkoop is deze niet hun chef, neemt geen verantwoordelijkheid over, maar treedt namens de directie op.

De werkzaamheden van de kwaliteitsfunctionaris

De taak van de kwaliteitsfunctionaris is in de vorige paragraaf zeer algemeen gesteld. Het kan nuttig zijn een en ander voor een bepaalde situatie nader te detailleren. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden in (primaire) werkzaamheden en contacten, die principieel tot zijn taak behoren en (secundaire) werkzaamheden en contacten, die zeer goed door hem kunnen worden verricht, maar die niet noodzakelijk uit zijn taakomschrijving voortvloeien.

Primaire werkzaamheden en contacten

a. opstellen van algemene eisen en beproevingsschema's voor de vrijgave van een ontwerp (welke vrijgave door de ontwerper zelf dient te geschieden, zie e.).

b. opstellen van algemene regels voor de controle in de fabricage, adviseren betreffende de organisatie, de wijze van controle en de meetmethode tijdens de fabricage (o.a. statistische kwaliteitscontrole).

c. analyseren van klachten van de verkoopafdeling en stimuleren van verantwoorde maatregelen ter voorkoming van herhaling van deze klachten.

d. statistische analyse van kwaliteitsgegevens, die bij verkoopafdeling, ontwerpgroep en fabricage beschikbaar zijn.

e. beoordelen van de kwaliteit van het ontwerp op grond van gegevens van de ontwerper en van eventuele eigen waarnemingen. Hierdoor mag echter de verantwoording voor de vrijgave niet worden overgenomen.

f. beoordeling van de fabricagekwaliteit aan de hand van gegevens van de fabrikant (bedrijfsleider) en eventuele eigen waarnemingen (geen vrijgave van producten of partijen).

g. onderhouden van het kwaliteitscontact met de leveranciers van onderdelen.

h. op grond van voorgaande punten in de meest geschikte vorm rapporteren betreffende de kwaliteit aan directie en alle bij de kwaliteit betrokken personen.

Hij moet geraadpleegd worden bij:

i. het opstellen van veiligheidseisen en bijzondere controlevoorschriften.

j. het afleveren van producten die niet geheel aan de eisen voldoen.

k. het accepteren van onderdelen, die niet geheel aan de eisen voldoen.
Hij behoort ingelicht te worden over de resultaten van:

l. de ontvangstcontrole op onderdelen en het concurrentieonderzoek.

Secundaire werkzaamheden en contacten

Tot het werkterrein van de kwaliteitsfunctionaris kan nog worden gerekend, indien de speciale kennis en de organisatie daarvoor niet elders aanwezig is:

a. opstellen van veiligheidseisen en controle-voorschriften.

b. ontvangstcontrole.

c. meetdienst.

d. onderhoud van meetapparatuur t.b.v. fabricage, beproeving en laboratorium.

e. beheer van levensduur- en klimaatbeproevingsinstallaties.

f. toepassingsonderzoek en concurrentieonderzoek.

g. statistisch onderzoekingswerk ten dienste van ontwerp en fabricage.

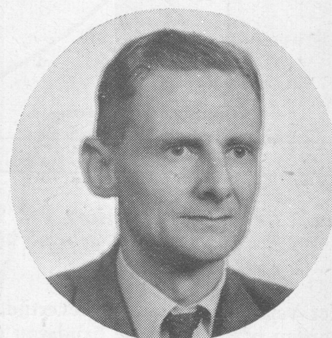
Deze lijst is slecht gegeven als voorbeeld van de werkzaamheden van kwaliteitsfunctionarissen in een aantal gelijksoortige bedrijven. Een meer volledige opsomming van mogelijke werkzaamheden en contacten wordt gegeven door J. M. Juran in Industrial Quality Control van Mei 1955, pag. 34 e.v. en door Ir. H. K. Volbeda in „Kwaliteitszorg" N.I.V.E. publ. nr. 323, 1952.

Plaats in de organisatie

Zoals reeds werd opgemerkt dient de kwaliteitsfunctionaris een staffunctionaris van de directie te zijn, opdat hij zijn taak van objectieve voorlichting goed zal kunnen vervullen. Meestal zal met een kleine groep, goed opgeleide en tactvolle mensen kunnen worden volstaan.
De opleiding van de kwaliteitsfunctionaris moet zodanig zijn dat hij zowel ontwerp als fabricage kan beoordelen, d.w.z. er moet naar gestreefd worden hiervoor personen te kiezen, die werkzaam zijn geweest zowel in de fabricage als in het constructiebureau (ontwerpgroep).
Vertrouwdheid met de gedachtengang der statistica is een vereiste.
Onmisbare voorwaarden voor het slagen van een dergelijke organisatie zijn: *onderling vertrouwen tussen de verschillende functionarissen en continuïteit in beleid en uitvoering.*

Het is de redactie bekend dat er bij andere bedrijven over het onderwerp, dat hier wordt behandeld, afwijkende opvattingen bestaan. Gaarne zal ruimte beschikbaar worden gesteld voor reacties op deze zienswijze.

Bestelgrootte en opslagcapaciteit



door A. R. van der Burg
Adviesbureau voor Toegepaste Statistiek

Inleiding

Bij de inkoop van grondstoffen doet zich de vraag voor hoeveel moet worden ingekocht en op welk tijdstip dit dient te geschieden. Bestelt men te veel, dan is het gevolg hiervan, dat men gedwongen is zeer grote voorraden aan te houden, die op hun beurt een grote opslagruimte vereisen met alle kosten van dien. Bestelt men daarentegen met zeer kleine partijen tegelijk, dan stijgen de afleveringskosten, bijv. omdat men gedwongen is een schip slechts gedeeltelijk te laden. De ideale toestand zal ergens tussen deze uitersten liggen.
Eenzelfde probleem heeft men ten aanzien van het tijdstip van bestelling. Kiest men dit tijdstip zeer vroeg, dan is het gevolg dat de nieuwe zending reeds aankomt op het moment dat nog een grote voorraad aanwezig is. Dit leidt tot nodeloos grote opslag- en rentekosten. Bestelt men daarentegen zeer laat, dan lopen we het risico dat de voorraad uitgeput is voordat de bestelde partij is gearriveerd.
Hiermee hangt samen de optimale opslagcapaciteit waarover men dient te beschikken. Deze is afhankelijk van het te kiezen bestelniveau [1]) en van de te kiezen bestelgrootte. Bovendien hangt de optimale eigen capaciteit samen met de mogelijkheid en kosten van opslag elders in verhouding tot de eigen kosten.
In dit artikel wordt een opzet gemaakt voor de berekening van het optimale besteltijdstip, de optimale bestelgrootte en de optimale opslagcapaciteit voor een bepaalde grondstof.
Aan de hand van deze opzet moet het mogelijk zijn uit bestaande kostprijs- en bestelgegevens deze optimale punten voor een gegeven grondstof numeriek te bepalen.
In het betoog wordt volledig geabstraheerd van commerciële overwegingen; m.a.w. niet de inkoop wordt bekeken, maar het afroepen. Iets exacter geformuleerd:
Er wordt verondersteld dat de verwachting omtrent de toekomstige prijs gelijk is aan de huidige prijs. Verder wordt verondersteld dat de betreffende grondstof het gehele jaar door gebruikt wordt en niet aan zodanige sterke seizoenfluctuaties onderhevig is dat bij iedere bestelling een andere verwachting omtrent het komende verbruik of de leveringstermijn geldt. Bovendien wordt aangenomen dat op het moment van bestelling alle voorgaande bestellingen binnen zijn of dat de datum van binnenkomst zeker is. Tenslotte wordt onder een grondstof verstaan een stof waarvan de partijen onderling uitwisselbaar zijn, zowel in het gebruik als bij opslag. Onder omstandigheden kunnen dus verschillende grondstoffen tezamen als één grondstof worden beschouwd, indien deze bij de productie volledig uitwisselbaar zijn.

Bestelniveau

Een nieuwe bestelling moet zó tijdig worden geplaatst, dat het verbruik gedurende de leveringstermijn de op het moment van bestelling aanwezige voorraad niet overtreft. Zou dit laatste wel het geval zijn, dan zou stagnatie in de productie ontstaan door gebrek aan grondstof. Zou de leveringstermijn een vast aantal dagen zijn en zou het verbruik van de betreffende grondstof iedere dag even groot zijn, dan lag hier in het geheel geen probleem. Men diende dan te bestellen op het moment dat de voorraad even groot was als het verbruik gedurende de leveringstermijn. Op het moment dat de nieuwe partij werd afgeleverd zou de voorraad nul zijn. Er zou, indien deze voorwaarden vervuld zijn, geen enkele reden zijn om eerder te bestellen, dus om een grotere minimum voorraad aan te houden.
Dit zou slechts kostenverhogend werken, zonder dat hier voordelen tegenover zouden staan.
Een en ander wordt geïllustreerd door fig. 1. Hierin is het normale verloop in de voorraad van een bepaalde grondstof grafisch weergegeven. De zaagtandlijn geeft het verloop van de voorraad weer. Deze voorraad daalt geleidelijk ten gevolge van het verbruik, om plotseling weer te stijgen bij aankomst van een nieuwe partij. Hierin is:

s_1	=	minimum voorraad
s_2	=	maximum voorraad
s_0	=	voorraad op het tijdstip van bestelling (= bestelniveau)
t_0	=	tijdstip van bestelling
t_1	=	tijdstip van aankomst van een nieuwe partij
t_1-t_0	=	levertijd
s_0-s_1	=	verbruik tijdens de levertijd
s_2-s_1	=	bestelgrootte

De mate van het verbruik per tijdseenheid (de verbruiksdichtheid) wordt weergegeven door de helling der schuine lijnen. Hoe steiler deze lijnen, hoe groter het verbruik. Indien, zoals verondersteld werd, het dagverbruik volkomen constant is, evenals de levertijd t_1-t_0, zullen de figuren een volkomen gelijkmatig verloop kunnen krijgen, waarbij de punten s_1 kunnen samenvallen met de x-as. Met andere woorden: de minimum voorraden kunnen dan nul zijn.
In de praktijk ontstaan complicaties, omdat noch de levertijd, noch de verbruiksdichtheid constant is. Dit heeft tot gevolg dat het verbruik s_0-s_1 een variabele grootheid is. Zelfs indien men het bestelniveau s_0 constant houdt, hetgeen altijd mogelijk is, zullen de minimumvoorraden s_1 toch variëren en wel in precies dezelfde mate als s_0-s_1, maar met het tegengestelde teken.

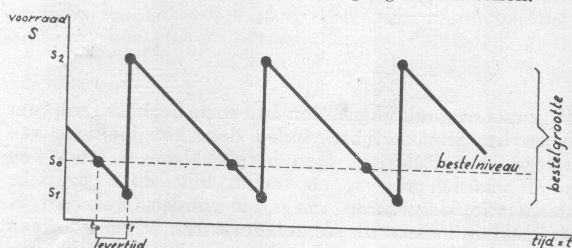


Fig. 1. Verloop van de voorraad

[1]) Het bestelniveau is de voorraad op het tijdstip van de bestelling.

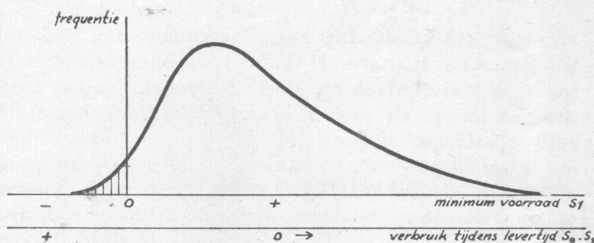


Fig. 2. Frequentieverdeling van de minimum-voorraden = die van het gebruik tijdens levertijd.

Het verbruik tijdens de levertijd, $s_0 - s_1$, kan empirisch worden bepaald aan de hand van de inkoop- en voorraadadministratie. Indien men mag aannemen dat de omstandigheden in de naaste toekomst gelijk zullen zijn aan die in het verleden, kan men deze gegevens gebruiken voor bepaling van het bestelbeleid in de toekomst. Men maakt daartoe een frequentieverdeling der verbruiken $s_0 - s_1$, zoals in fig. 2 voor een denkbeeldige grondstof is geschied. De vorm van deze frequentieverdeling is slechts afhankelijk van buiten het bestelbeleid gelegen factoren. Binnen dit bestelbeleid ligt echter de keuze van het bestelniveau s_0. Kiest men steeds dezelfde s_0, dan is de frequentieverdeling van s_1 volkomen gelijk aan die van $s_0 - s_1$, slechts met omkering en verschuiving van de schaal. Naarmate s_0 kleiner wordt gekozen, zal een groter gedeelte van de frequentieverdeling links van het nulpunt op de schaal van s_1 liggen, of anders gezegd, zal het risico van stagnatie door gebrek aan voorraad toenemen. Van dit risico uit bezien is het dus gunstig om s_0 zó groot te kiezen, dat de gehele frequentieverdeling van s_1 rechts van het nulpunt komt te liggen. Anderzijds betekent een grote s_0 echter, dat ook de aanwezige voorraden groter zullen zijn. In feite schuift daardoor de gehele voorraadcurve van fig. 1 naar boven. Dit betekent extra opslagkosten. Men mag aannemen, dat de vermeerdering in opslagkosten evenredig is met een corresponderende vermeerdering van s_0.

Het bestelbeleid moet er nu op gericht zijn de som van het stagnatierisico en van de opslagkosten minimaal te doen zijn. De opslagkosten per ton kan men becijferen aan de hand van de bestaande kostprijsgegevens. Wat het stagnatierisico betreft dient een schatting gemaakt te worden van de schade, die het bedrijf leidt voor iedere dag dat de grondstof niet in voorraad is.

Stelt men:

k_1	=	schade van een dag stagnatie
k_2	=	opslagkosten per ton opslagcapaciteit per jaar
K	=	totaal van stagnatie- en opslagkosten per jaar
$\overline{w}$	=	verwachte aantal dagen stagnatie per jaar bij een gegeven s_0
s_0	=	voorraad op het tijdstip van bestelling (bestelniveau)
$s_0 + c$	=	benodigde opslagcapaciteit (hierin is c een constante, die geen invloed op de uitkomsten heeft),

dan is:

$$K = \overline{w}\, k_1 + (s_0 + c)\, k_2$$

Deze kosten zijn minimaal als

$$\frac{dK}{ds_0} = k_1 \frac{d\overline{w}}{ds_0} + k_2 = 0$$

$$\text{of} \quad - \frac{d\overline{w}}{ds_0} = \frac{k_2}{k_1}$$

In de meeste praktijkgevallen kan men het minimum der kosten het gemakkelijkst vinden door een methode van successieve benadering. Men berekent dan K voor een aantal waarden van s_0 en tracht, bijv. door grafische interpolatie, de waarde van s_0 te vinden, waarvoor K minimaal is. Alleen als de relatie tussen $\overline{w}$ en s_0 in een eenvoudige wiskundige vorm kan worden gebracht, kan men het minimum door directe berekening bepalen.

Hierbij kan nog worden opgemerkt dat men het bestelmoment in principe niet behoeft te binden aan de grootte van de aanwezige voorraad. Men zou bijv. ook vaste tijdsintervallen van bestellen aan kunnen houden. Men kan echter gemakkelijk bewijzen, dat het voordeligste beleid wordt gevolgd indien men het besteltijdstip bindt aan het bereiken van een bepaald niveau in de voorraad.

De zaak wordt iets gecompliceerder indien men kan kiezen uit verschillende vormen van bevoorrading, bijv. aanvoer per schip of per vrachtauto. Aanvoer per vrachtauto zal duurder zijn, maar zal het onder omstandigheden mogelijk kunnen maken geringere voorraden aan te houden, waardoor weer een voordeel wordt bereikt. Behoudens plotselinge wijzigingen in de omstandigheden is er echter geen reden aanwezig om de ene keer per vrachtauto te laten bevoorraden en de andere keer per schip. Eén van de twee is altijd het voordeligst.

Bestelgrootte

Als de kosten van aflevering (waaronder begrepen de prijs van alle verzend-, verzekerings- en loskosten) volkomen proportioneel zouden zijn met de bestelde hoeveelheid, dan zou er geen probleem van bestelgrootte bestaan, omdat het in dit geval evident is, dat men dan zo klein mogelijke hoeveelheden moet bestellen. In de praktijk worden echter de afleveringskosten per eenheid product lager naarmate de bestelde hoeveelheid groter is. In het algemeen zal dit geen geleidelijke daling zijn, maar een soort sprongfunctie. Men heeft bijv. voor verzending twee schepen beschikbaar, één van 200 ton en één van 500 ton. Het zal voordelig zijn òf 200 òf 500 ton te bestellen. De laatste hoeveelheid zal in den regel nog iets voordeliger zijn. Een bestelling van bijv. 250 ton is echter zeer onvoordelig, omdat hiervoor het 500-tons schip moet worden gebruikt. In de praktijk zal de situatie zelden zo extreem zijn als hier is gesteld. Niettemin zal men heel dikwijls te doen hebben met een discontinu verloop, dat echter in grote trekken dalend zal zijn naarmate de bestelhoeveelheid groter wordt (zie fig. 3).

Anderzijds betekenen grote orders dat men over een grote opslagcapaciteit moet beschikken met alle daaraan verbonden kosten. Dit wordt geïllustreerd door fig. 1. Hoe groter de orders, hoe groter de tanden van de voorraadlijn uit de figuur zullen zijn. De minimum voorraden s_1 worden hierdoor niet beïnvloed, echter wèl de maximum voorraden s_2. De gemiddelde voorraad en de frequentieverdeling van de voorraden zullen dus ook opschuiven. Ook hier moet dus weer *de som van de twee kosten worden geminimaliseerd, n.l. enerzijds de bestelkosten en anderzijds de opslagkosten.* Worden de bestelkosten lager, dan worden de opslagkosten hoger en omgekeerd.

Laat de ordergrootte worden weergegeven door D en de optimale ordergrootte door D_0 (de optimale ordergrootte is die ordergrootte waarbij de som van genoemde kosten minimaal is). Aan de hand van de beschikbare gegevens kan men het verband tussen D en de kosten van aflevering vaststellen (zie fig. 3).

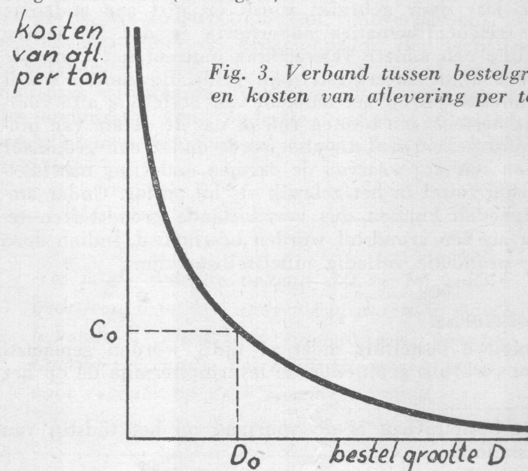


Fig. 3. Verband tussen bestelgrootte en kosten van aflevering per ton.

Een bepaalde vermeerdering van D zal een evenredige vermeerdering in opslagkosten teweegbrengen. Door iedere verhoging van D met één ton zal de gemiddelde voorraad met een halve ton toenemen. Globaal kan men stellen, dat ook de kosten van de benodigde opslagcapaciteit hiermee evenredig zullen zijn, zodat hetzelfde cijfer voor de opslagkosten van een ton grondstof gebruikt kan worden als in de vorige paragraaf nodig was voor de berekening van het optimale bestelniveau. Hierdoor kent men dus ook de opslagkosten behorende bij iedere grootte van D. Door optelling van beide kosten voor alle waarden van D kan men het punt van minimumkosten vinden en daarmee ook de optimale ordergrootte D_0.

Opslagcapaciteit

De gewenste opslagcapaciteit is uiteraard afhankelijk van de voorraden die men moet aanhouden op grond van het optimale bestelniveau en de optimale bestelgrootte. Heeft men deze twee gekozen, dan ligt het verloop in de voorraad, zoals weergegeven in fig. 1, vast. Men beschikt dus tevens over de frequentieverdeling van de op ieder tijdstip aanwezige voorraad s (zie fig. 4). Aan de hand hiervan is het mogelijk de optimale opslagcapaciteit te berekenen. Deze capaciteit zal zeker niet een zodanige capaciteit zijn, dat steeds voor alle voorraden ruimte aanwezig zal zijn. Dit zou nl. betekenen, dat de pakhuizen of andere opslagplaatsen het grootste deel van het jaar gedeeltelijk onbenut zouden zijn.
Voordeliger is het daarom een kleinere capaciteit aan te houden, waarbij men is geval van overschrijding opslagruimte huurt. De vraag is nu: hoe moet men de optimale capaciteit s_m kiezen zodanig, dat de som van de onderbezettingskosten en van de overbezettingskosten (dat zijn de extra kosten die gemaakt moeten worden om de goederen elders op te slaan) een minimum is. Door J. Sittig is de volgende formule [2]) bewezen:

$$q = \frac{c}{e}$$

waarin q = het aantal dagen waarop de capaciteit ontoereikend is, als fractie van het totale aantal dagen (het gearceerde gebied in fig. 4),

c = de constante opslagkosten per eenheid capaciteit,

e = de extra variabele kosten bij uitbesteding, dat is dus het verschil tussen het bedrag aan opslaggeld per ton dat men elders moet betalen en de variabele opslagkosten per ton die men zelf moet maken.

Kent men de beide kostenelementen c en e, dan kan men met behulp van de bekende frequentieverdeling van fig. 4 de optimale opslagcapaciteit s_m berekenen.

Benodigde gegevens

Om de bovenstaande theoretische opzet op een concreet geval te kunnen toepassen zijn de volgende gegevens nodig:

1. Keuze van een grondstof die aan de gestelde voorwaarden voldoet.
2. Zo mogelijk verzameling gedurende langere tijd van de dagverbruiken of desnoods van de weekverbruiken van het gekozen product.
3. Bepaling van de leveringstijden van alle bestelde partijen aan de hand van de besteldata en de afleveringsdata.
4. Een schatting van de schade berokkend door een dag afwezigheid van voorraden van deze grondstof.
5. Een schatting van de opslag- en rentekosten per dag per ton.
6. De kosten van aflevering per ton bij iedere ordergrootte.
7. De constante kosten per ton opslagcapaciteit en de variabele kosten per ton voorraad.
8. De kosten per ton opslag per dag in geval van uitbesteding.

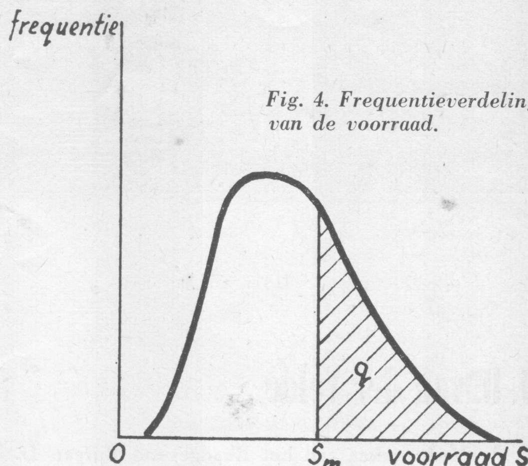


Fig. 4. Frequentieverdeling van de voorraad.

Speculatieve aankopen

In veel gevallen zullen de bestelde hoeveelheden niet alleen afhankelijk zijn van de voorraad en verbruikssituatie, maar ook van verwachtingen omtrent het prijsverloop in de toekomst. Verwacht men een prijsdaling in de toekomst, dan zal men liefst zo min mogelijk inkopen. Heeft men echter zijn normale bestelsysteem gebaseerd op een optimum berekening, dan zal het in het algemeen niet toelaatbaar zijn het bestelniveau of de bestelhoeveelheid aanzienlijk te verlagen, omdat dan ogenblikkelijk de kans op bedrijfsstagnatie sterk zou toenemen.
Anders ligt het in het geval van verwachte prijsstijging. In dat geval kan men meer inkopen en veelal ook meer bestellen dan de uit de berekening afgeleide optimale hoeveelheid. De consequenties hiervan zijn echter, dat de opslag- en rentekosten eveneens toenemen. Door deze opslagkosten voor extra hoeveelheden uit te rekenen en de uitkomsten aan de inkoopafdeling ter hand te stellen, wordt het voor deze afdeling mogelijk om na te gaan of de verwachte omvang van de prijsstijging hoger dan wel lager is dan de extra opslagkosten die het gevolg zijn van een eventuele speculatieve inkoop.
In het algemeen is het gewenst de speculatieve inkopen scherp gescheiden te houden van de normale inkopen. De speculatieve inkopen zullen immers kostbaarder zijn, omdat de daarvoor benodigde opslagruimte zeer ongelijkmatig bezet wordt. Op het bovenstaande is één uitzondering, nl. in de situatie waarbij men tijdelijk beschikt over een overmaat van opslagcapaciteit. Omdat men deze ruimte toch beschikbaar heeft behoeft men bij de speculatieve inkoop slechts rekening te houden met de variabele kosten van de opslag. Deze situatie zal zich echter slechts zelden voordoen, omdat in tijden van verwachte prijsstijging meestal ook prijsstijgingen voor andere grondstoffen worden verwacht, zodat gelijktijdig van alle zijden een beroep op extra opslagruimte zal worden gedaan.

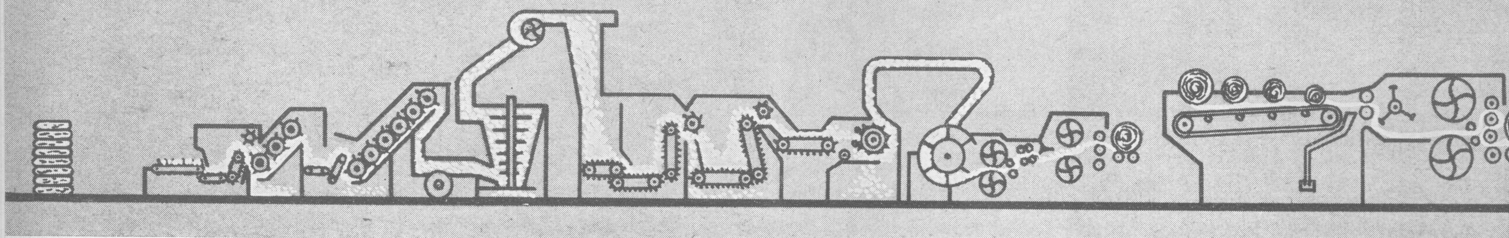
Uitwisselbaarheid bij opslag

Menigmaal kan dezelfde opslagruimte voor verschillende grondstoffen worden gebruikt. In dat geval kan de capaciteitsberekening van de opslagruimte niet meer voor iedere grondstof afzonderlijk geschieden, maar moet collectief voor alle betrokken grondstoffen geschieden. Dit compliceert de zaak, omdat nu ook alle andere berekeningen ten behoeve van de bestelgrootte en het bestelniveau voor alle grondstoffen moet geschieden.

Slotwoord

Gaarne wordt dank gebracht aan de Directie van de N.V. Lever's Zeep-Mij. te Vlaardingen voor haar toestemming tot publicatie van het bovenstaande.

[2]) Behandeld in een lezing op het Symposium „Operational Research" van de Stichting Cursussen en Research, Delft, 1954 (niet gepubliceerd).



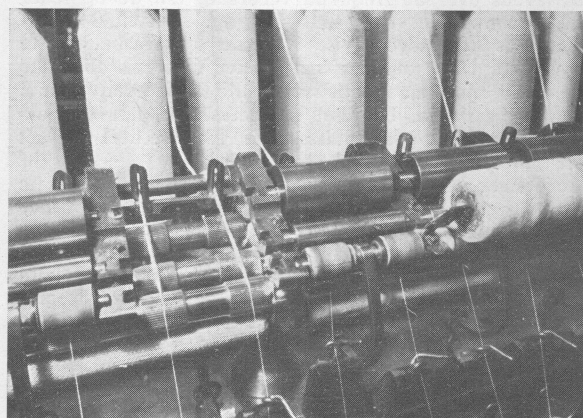
J. D. van der Velde

Medewerker van het Raadgevend Bureau Ir. B. W. Berenschot n.v.

Diagnose steller

Het spinnen van katoenen garens

In bovenstaande schematische voorstelling van de katoenspinnerij kunnen we een aantal productiephases onderscheiden. Boven aan deze bladzijde wordt het *openen* van de in balen geperste katoen met behulp van allerlei slagmechanismen, gerichte luchtstromingen e.d. schematisch voorgesteld. Hierbij komen de katoenvezels los te liggen en wordt bovendien een grote hoeveelheid verontreinigingen verwijderd.
Fig. 2 geeft het principe aan volgens welke de meeste van deze soort machines werken.
Aan het eind van de opening worden de katoenvezels op de zgn. krassen (op de volgende bladzijde links bovenaan) evenwijdig gelegd en verwerkt tot een lont van ongeveer een duim dik.
Vervolgens krijgen we het *voorspinnen* (tweede en derde machine van rechts boven aan volgende pagina). Hierbij wordt gedurende een aantal „passages" de lont samengevoegd en weer gerekt. Het is een bewerking, die een technisch analogon is van het berekenen van een gemiddelde en die dan ook tot doel heeft de variatie in dikte van de lont te verkleinen.
Op de laatste machine van het spinproces, de zgn. ringspinmachine, vindt ook weer dit rekken plaats. Het garen wordt hierbij tevens om zijn lengte-richting gedraaid (getwist), waardoor het zijn sterkte krijgt.
Fig. 4 laat onder elkaar zien een bovenaanzicht van een rekwerk en een schematische voorstelling van het rekken. De foto in fig. 5 geeft een pakket eindgaren weer (garencops genoemd). Een stukje garen is sterk vergroot weergegeven, zodat de draaiingen in het garen (twist) te zien zijn.
Tot slot van de beschrijving van het spinproces volgt in fig. 6 een langsaanzicht van een ringspinmachine, met daaronder een schematische voorstelling van de werking van deze machine.



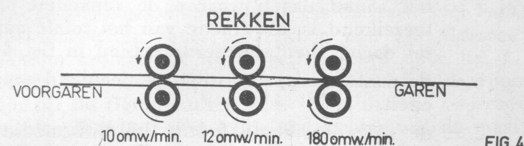


FIG. 4

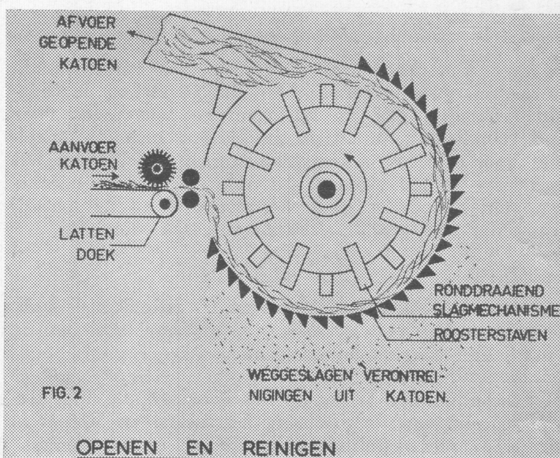


FIG. 2 OPENEN EN REINIGEN

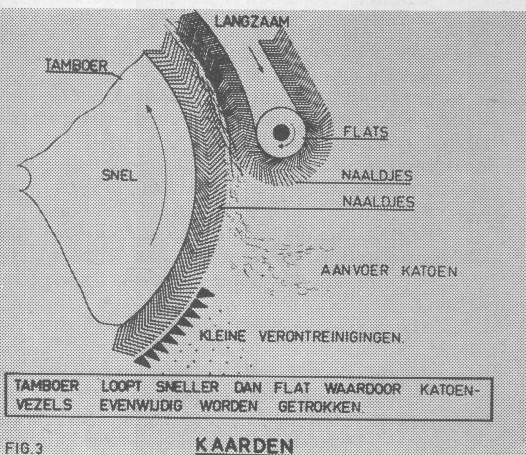
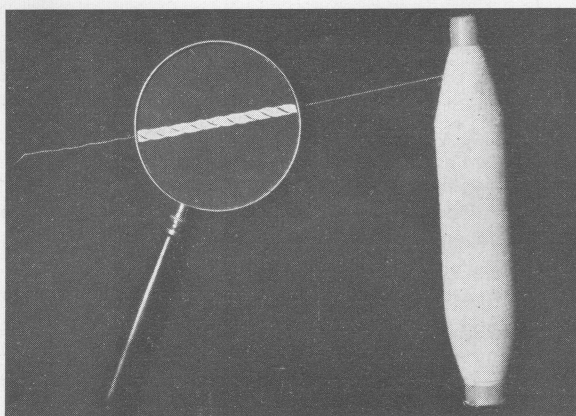


FIG. 3 KAARDEN

in een spinnerij



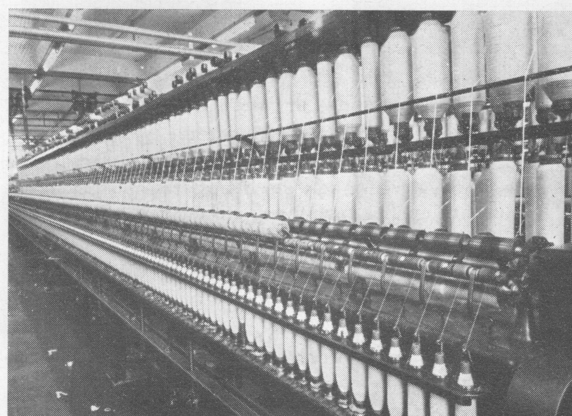


Fig. 5: Pakket eindgaren. Let op de twist.



Fabricagekwaliteit

Het aantal draadbreuken, dat bij het ringspinnen optreedt is één der maatstaven voor de fabricagekwaliteit van het gehele spinproces.
Immers *ongelijkmatigheden* in het garen, veroorzaakt door slecht functionneren van de ringspinmachines of van voorgaande machines kunnen tengevolge hebben, dat het eindgaren breekt.
Fig. 7a toont een dergelijk ongelijkmatig garen.
Indien dikke en dunne plaatsen in het garen met een bepaalde golflengte terugkeren zoals in fig. 7a, kan nagegaan worden waar de fout gezocht moet worden. In het onderhavige geval was de golflengte gelijk aan de omtrek van één der rekcylinders van de ringspinmachine (zie fig. 4).
Stof of afval in het garen kan eveneens leiden tot een draadbreuk. In fig. 7b wordt een stuk eindgaren getoond met stof, dat ingesponnen is. Dit is dus veroorzaakt door stofvorming vóór het rekken op de ringspinmachine. Daarnaast een stuk eindgaren met niet-ingesponnen stof, dat na het rekken in het garen is gevallen (fig. 7c).
Tot slot wordt in fig. 7d nog een voorbeeld gegeven van een voorgaren, dat op de voorspinmachines verkeerd aan elkaar is gelast waardoor zgn. „hard voorgaren" ontstaat, dat een breuk op de ringspinmachine veroorzaakt.
We zouden nog een groot aantal andere fouten kunnen opnoemen; de genoemde geven echter voldoende inzicht in het soort fouten, dat kan optreden.

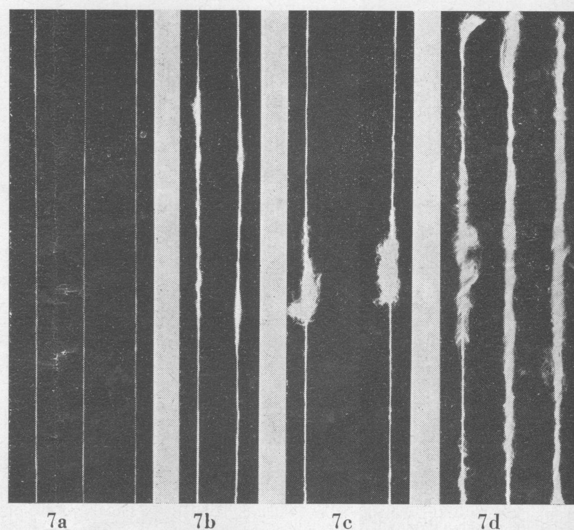


Fig. 7. Ongelijkmatig garen.

Het maken van draadbreukopnamen

We kunnen een inzicht in de fabricagekwaliteit van het spinproces krijgen door na te gaan hoeveel en welke soort breuken bij het ringspinnen optreden.

Daartoe worden draadbreukopnamen gemaakt bij een bepaalde groep vergelijkbare ringspinmachines. Tijdens deze opnamen wordt er voor gezorgd, dat de ringspinmachines door vaste voorspinmachines worden gevoed. (fig. 8).

Op deze manier is het straks mogelijk de breukaantallen en breuksoorten van de ringspinmachines onderling te vergelijken, terwijl vergelijking van de groepen machines inzicht geeft in mogelijke verschillen tussen voorspinmachines.

Op het draadbreukformulier, dat wij gebruiken, worden verschillende breuksoorten onderscheiden, o.m. de genoemde breuksoorten: dik- dun garen, ingesponnen en niet-ingesponnen stof en hard voorgaren.

Fig. 9 geeft 'n deel van 'n dergelijk breukopnameformulier.

Daar de spinner altijd een vaste ronde loopt (bv. zoals in fig. 10) kunnen de draadbreukopnamen gemaakt worden zonder de spinner te hinderen.

De opnemer loopt vóór de spinner uit, analyseert de breuken, turft deze onder de betreffende machinekant en breuksoort op het formulier, en zet een krijtstreepje bij de betrokken spil.

Tijdens de opname worden bovendien elk half uur allerlei gegevens verzameld, die van invloed op de breuken kunnen zijn en die gedurende de opname van ca. zes à acht uur zouden kunnen variëren, zoals temperatuur, relatieve vochtigheid en machinesnelheid.

Vóór of na de opname worden allerlei technische gegevens verzameld met behulp van een controle-lijst. Deze gegevens zijn cylinderstellingen (afstand tussen rekcylinders), travellernummers (zwaarte van de traveller), bekleding van bovencylinder van rekwerk (leer, soort rubber), toegepaste rek, twist in voorgaren, gelijkmatigheid en periodiciteiten van het garen enz.

Een verzamelblad van een aantal opnamen zou er bv. als volgt uit kunnen zien (fig. 11).

Bij het analyseren van een dergelijk verzamelblad kunnen zich twee mogelijkheden voordoen.

Het analyseren van de draadbreuk-opnamen

In de eerste plaats kan het gehele niveau van een bepaalde breuksoort te hoog zijn, vergeleken met de hiervoor bestaande globale normen. De tweevoudige en meervoudige breuk (fig. 11) zijn hier een voorbeeld van, aangezien het toelaatbaar gemiddelde voor deze beide breuksoorten tezamen 4 is.

Het is zaak de oorzaak hiervan op te sporen. De afzuigbuizen zouden bv. onjuist afgesteld kunnen zijn. Dit is verder een technische kwestie, waar we in dit verband niet op in zullen gaan.

Vervolgens is het mogelijk, dat bepaalde machinekanten (of spillen) slechter zijn dan andere.

De breuksoort dun - dik (fig. 11) is bij een aantal machinekanten op het oog bepaald hoger dan bij de rest.

De moeilijkheid is echter, vast te stellen, welke machinekanten werkelijk uitschieters zijn, gezien de rol, die het toeval speelt bij het optreden van breuken.

Daarvoor zullen we een grens vast moeten stellen en wel zodanig, dat machinekanten (of spillen) met een hogere breuk dan deze grens in ieder geval als uitschieters beschouwd zullen worden.

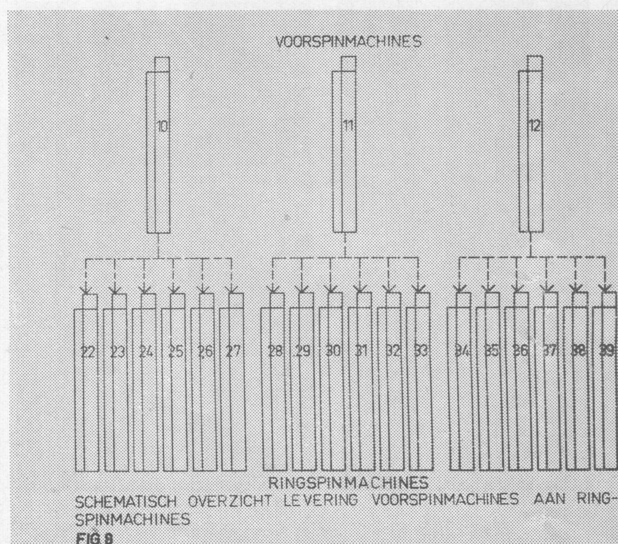
Het bepalen van „uitschieters"

Bij de statistische kwaliteitsbeheersing is het gebruikelijk vergelijkingen te maken tussen de machines onderling en van machines met zichzelf in de tijd.

Bij gemeten grootheden neemt men steekproeven van een klein aantal opeenvolgende exemplaren en beschouwt de binnen de steekproeven optredende variatie als onvermijdelijk. Op grond hiervan stelt men grenzen vast voor de toelaatbare steekproefafwijkingen van een gestelde norm. Deze norm (= het gewenste gemiddelde) is bij gemeten grootheden òf wel a priori gegeven (bij een instelbaar productieproces) òf wordt op eenvoudige wijze uit een reeks proefopnamen berekend (1).

Wanneer men echter te maken heeft met een gestelde grootheid (Binomiale of Poissonverdeling), zoals bij kruisjeskaarten het geval is, dan kan men niet langs deze weg uit de steekproef-resultaten een norm vinden voor het toelaatbaar gemiddelde aantal (breuken, uitval, etc.). (2).

De moeilijkheid is uit de waargenomen breukcijfers een

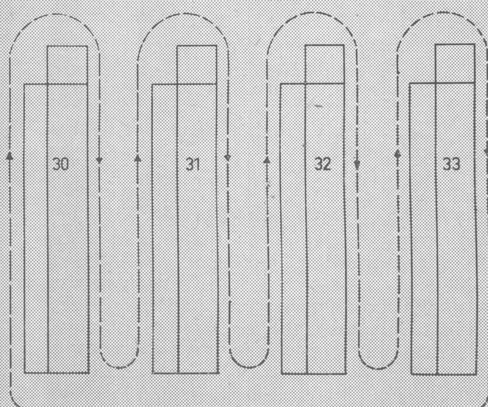


SCHEMATISCH OVERZICHT LEVERING VOORSPINMACHINES AAN RINGSPINMACHINES
FIG. 8

BEDRIJF: WAARNEMING NO.: EIND:
DATUM: BEGIN:
ARBEIDER WAARNEMER: TIJDSDUUR:

MACH. NO. / SOORT BREUKEN								
3 INGESPONNEN STOF								
4 HARD VOORGAREN								
5 FIJN VOORGAREN								
6 DUN — DIK								
20 NIET INGSPONNEN STOF								
21 TWEEVOUDIGE BREUK								
22 MEERVOUDIGE BREUK								
23 ONBEKEND								
TOTAAL								
DRAADBREUKEN /1000 SPIL-UREN								

FIG. 9 DRAADBREUKOPNAME RINGFRAMES



SCHEMATISCH OVERZICHT VAN HET RONDEN LOPEN DOOR SPINNER

FIG. 10

	BREUKSOORT / MACH. NO.	27 A	27 B	28 A	28 B	33 A	33 B	34 A	34 B	35 A	35 B	36 A	36 B	37 A	37 B	38 A	38 B	39 A	39 B
3	INGESPONNEN STOF	1	3	4	3	3	3	0	1	1	1	2	2	1	0	1	2	1	3
4	HARD VOORGAREN	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3	0	0	1	1	0
5	FIJN VOORGAREN	4	3	4	3	1	3	3	2	3	3	2	1	4	1	2	2	3	2
6	DUN – DIK	3	1	7	3	13	17	10	14	11	9	3	6	5	4	4	2	2	1
20	NIET INGESPONNEN STOF	4	5	4	1	6	4	10	2	6	10	7	7	6	11	7	5	11	8
21	TWEEVOUDIGE BREUK	9	10	7	7	8	6	14	6	12	16	7	10	6	10	8	7	8	13
22	MEERVOUDIGE BREUK	7	6	6	5	7	2	8	4	6	11	8	4	7	10	9	8	8	7
23	ONBEKEND	30	35	48	46	48	43	50	43	40	40	40	61	53	37	38	48	66	44
	TOTAAL	63	72	108	100	90	75	133	117	121	132	110	123	114	116	99	114	120	129
	DRAADBREUKEN/1000 SPIL-UUR	42		65		52		78		79		73		72		67		81	

FIG. 11 VERZAMELBLAD DRAADBREUK - OPNAMEN

norm (een toelaatbaar gemiddelde) te vinden voor het aantal breuken van een bepaalde soort of voor het totaal aantal breuken.

Hebben we deze norm en weten we dus a priori, dat het gemiddelde aantal breuken van een bepaalde soort niet groter behoort te zijn dan bv. 20, dan kunnen we op grond van de veronderstelling dat het aantal breuken per tijdseenheid per machinekant een Poissonverdeling zal vertonen, met de gestelde norm als maximaal gemiddelde, berekenen welk aantal breuken in de steekproef nog kan voorkomen. Deze methode werd bv. gevolgd door Bakker (3). In dit geval weet men, dat een Poissonverdeling met een gemiddelde van 20 de vorm heeft zoals weergegeven in fig. 12. (Deze Poissonverdelingen kunnen snel geconstrueerd worden met behulp van tabellen zoals die van Molina (4)).

Uit deze figuur of de bijbehorende tabel blijkt dat breukaantallen hoger dan 31 zelden (minder dan 1 op de 100) voorkomen.

Indien we de door ons gevonden totale breukaantallen grafisch voorstellen vinden we een kromme zoals in fig. 13 (in fig. 13, 14 en 15 is het aantal breuken uitgezet per tijdseenheid en per machinekant).

Aan deze figuur is duidelijk te zien, dat we niet met één Poissonverdeling te maken hebben, maar waarschijnlijk met een aantal Poissonverdelingen met verschillende gemiddelden, die zijn gesuperponeerd.

Technisch betekent dit, dat de breukkansen voor de verschillende machinekanten niet gelijk zijn. In figuur 14 is een eenvoudig geval van een dergelijke superpositie weergegeven.

De moeilijkheid is nu om de meest linkse verdeling op te sporen en vervolgens te trachten de andere verdelingen hieraan gelijk te maken, door de oorzaken voor het te hoge gemiddelde bij de afwijkende machines op te sporen en te elimineren.

Men kan hierbij de volgende methode volgen. Bepaal de meest linkse duidelijke top. In fig. 13 ligt die bij 87 breuken.

Men zoekt nu in een tafel van de Poissonverdelingen de verdeling op, die een top heeft bij deze waarde.

Vervolgens leest men het bij deze verdeling behorende gemiddelde af. Dit blijkt in dit geval eveneens bij 87 te liggen.

De Poissonverdeling, die behoort bij dit gemiddelde is getekend in fig. 15.

De machinekanten, die meer breuken vertonen dan volgens deze Poissonverdeling te verwachten is, nl. 109 (overschrijdingskans 0,01), komen dus allereerst voor een nader onderzoek in aanmerking.

Bij een kleine reeks getallen kan deze grafische methode niet worden toegepast. Men kan dan echter tabellen gebruiken voor het opsporen van uitschieters in volgens Poisson verdeelde aantallen.

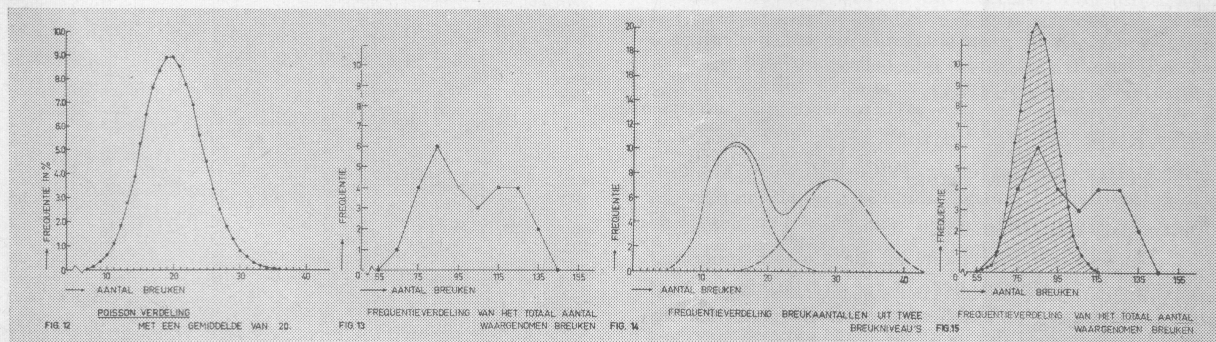


FIG. 12 POISSON VERDELING MET EEN GEMIDDELDE VAN 20.

FIG. 13 FREQUENTIEVERDELING VAN HET TOTAAL AANTAL WAARGENOMEN BREUKEN

FIG. 14 FREQUENTIEVERDELING BREUKAANTALLEN UIT TWEE BREUKNIVEAU'S

FIG. 15 FREQUENTIEVERDELING VAN HET TOTAAL AANTAL WAARGENOMEN BREUKEN

Het Mathematisch Centrum te Amsterdam stelde op ons verzoek tabellen samen, waarmee dergelijke uitschieters kunnen worden opgespoord. Te zijner tijd zullen wij in een afzonderlijk artikel hierop terug komen.

Gaan we in ons overzichtsblad (fig. 16) de uitschieters van de totale breukaantallen omcirkelen, dan valt meteen op, dat de omcirkelde machines alle het voorgaren geleverd krijgen van eenzelfde voorspinmachine (no. 12).
Met andere woorden het is vrijwel zeker, dat voorspinmachine 12 slechter voorgaren aflevert dan de andere voorspinmachines.
De volgende stap is dan ook, de oorzaken van het slechte werken van deze machine op te sporen. Soms kan de verdeling van bepaalde breuksoorten hierbij van dienst zijn, bv. wanneer de meerdere breuk voornamelijk door fijn of hard voorgaren veroorzaakt zou worden.
Passen we dezelfde redenering toe voor de breuksoorten dan vinden we bv., dat de machines 33, 34 en 35A uitschieters zijn wat betreft de breuksoort dun-dik.

Deze breuksoort ontstaat in het rekwerk van de ringspinmachines en is dus onafhankelijk van de voorspinmachines.

Bij nader onderzoek kwam aan het licht, dat de rubberbekleding van de rollen boven de rekcylinders (fig. 4), op het oog niet waarneembaar, afweek van de bekleding op de andere machines. Dit bleek eveneens voor machine 35B te gelden.
Op deze manier worden de uitschieters bij alle breuksoorten opgespoord en wordt nagegaan waar de oorzaak gezocht moet worden.
Gecombineerd met de gegevens uit de, per draadbreukopname gemaakte, verslagen omtrent de fabricage-omstandigheden (zie controlelijst fig. 17) kan een volledige diagnose worden gesteld.
Het geheel dient te resulteren in een kwaliteitsactie die, gezien onze ervaringen, zowel in het technische als in het menselijke vlak gevoerd zal moeten worden.

Routinecontrole

Voor het blijven beheersen van de kwaliteit is het niet nodig, dit vrij intensieve onderzoek met een grote frequentie uit te voeren. De routinecontrole kan nl. als volgt geschieden:
Periodiek, bv. gedurende 4 uur, worden de totale aantallen breuken op iedere machine geteld door de spinner zelf of met behulp van een zgn. multimomentopname, waarbij men een aantal ronden door de spinnerij maakt en de breuken op de machines telt.
De gevonden waarde wordt op een kruisjeskaart uitgezet (fig. 18).
Blijkt nu dat één of meer machines de controlegrenzen overschrijden, dan gaan we deze machines aan een gedetailleerde breukanalyse onderwerpen.

LITERATUUR

(1) Ir. A. H. Schaafsma en Ir. F. G. Willemze: Modern Kwaliteitsbeleid, Amsterdam 1954 pag. 117 en verder.
(2) Idem pag. 165, 166 en 167.
(3) A. Bakker: Garenbreuken en de Poissonverdeling, Sigma I (1955) no. 4, pag. 78.
(4) E. D. Molina: Poisson's exponential Binomial Limit, New York 1949.

FIG. 16 VERZAMELBLAD DRAADBREUK - OPNAMEN

MACH. NO. / BREUKSOORT	27 A	27 B	28 A	28 B	33 A	33 B	34 A	34 B	35 A	35 B	36 A	36 B	37 A	37 B	38 A	38 B	39 A	39 B
3 INGESPONNEN STOF	1	3	4	3	3	3	0	1	1	1	2	2	1	0	1	2	1	3
4 HARD VOORGAREN	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3	0	0	1	1	0
5 FIJN VOORGAREN	4	3	4	3	1	3	3	2	3	3	2	1	4	1	2	2	3	2
6 DUN – DIK	3	1	7	3	13	17	10	14	11	9	3	6	5	4	4	2	2	1
20 NIET INGESPONNEN STOF	4	5	4	1	6	4	10	2	6	10	7	7	6	11	7	5	11	8
21 TWEEVOUDIGE BREUK	9	10	7	7	8	6	14	6	12	16	7	10	6	10	8	7	8	13
22 MEERVOUDIGE BREUK	7	6	6	5	7	2	8	4	6	11	8	4	7	10	9	8	8	7
23 ONBEKEND	30	35	48	46	48	43	50	43	40	40	40	61	53	37	38	48	66	44
TOTAAL	63	72	108	100	90	75	133	117	121	132	110	123	114	116	99	114	120	129
DRAADBREUKEN/1000 SPIL-UUR	42		65		52		78		79		73		72		67		81	
TECHNISCHE GEGEVENS VOORSPINMACHINE-NO.	10		11		11		12		12		12		12		12		12	

FIG 17

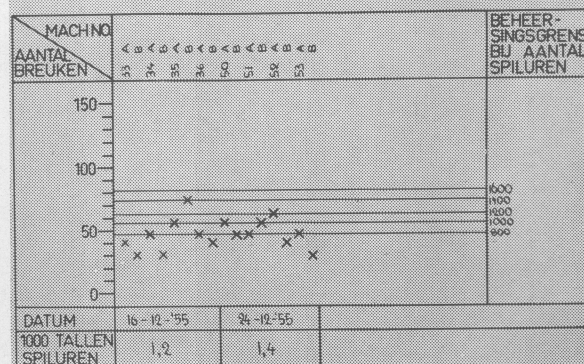
CONTRÔLEPUNTEN VOOR SAMENVATTINGSBLAD DRAADBREUKANALYSES

1. SCHOONHEID VAN:
   MACHINES – REKWERK
   – REST
   BAYERS
   COPS
   OMGEVING
   DIVERSEN
2. TECHNISCHE CONDITIE VAN:
   MACHINES – REKWERK
   – REST
   BAYER- EN COPSHULZEN
   HULPMIDDELEN
   AANDRIJVING
   DIVERSEN
3. ATMOSFERISCHE OMSTANDIGHEDEN
   TEMPERATUUR
   VOCHT
   WIND
   DIVERSEN
4. KWALITEIT VAN MATERIAAL
   BAYERS
   COPS
5. BEKWAAMHEID SPINNER
   KWALITEIT VAN HET AANLAPPEN NA DRAADBREUK (LENGTE LAS)
   KWALITEIT VAN HET AANLASSEN NA BAYERWISSELEN („ „)
   POETSFREQUENTIE EN HOEDANIGHEID
   AANTAL RONDES
   WERKMETHODE BIJ DRAADBREUK HERSTELLEN
   WERKMETHODE BIJ BAYERWISSELEN
   ORGANISATIE VAN HET BAYERWISSELEN
   DIVERSEN
6. DIVERSE OPMERKINGEN

FIG. 18 KRUISJESKAART VOOR DRAADBREUKOPNAMEN

AFDELING: RINGSPINMACHINES
GAREN NO.: 24, 30
KWALITEIT: A B

VOOR AANTAL SPILUREN:
800 - 1000 - 1200 - 1400 - 1600
DRAADBREUKNORM
1000 SPILUUR: 35



Meettechniek, kwaliteit en kostprijs

door Prof. Ir. R. van Hasselt

Inleiding

De kwaliteit van een product uit de metaalindustrie en aanverwante bedrijfstakken wordt voor een belangrijk deel bepaald door de nauwkeurigheid, waarmee het is gefabriceerd. Nu speelt de maatnauwkeurigheid gewoonlijk de hoofdrol, daarom wordt in het volgende slechts ingegaan op de problemen, die vast zitten aan de fabricage van nauwkeurige lengtematen. De constructeur voorziet deze van toleranties, waarmee de toelaatbare afwijkingen van de ideale maat zijn vastgelegd.

Bijgaand schema van het gebruik van toleranties geeft aan, dat de constructeur uit de functionele eisen, waaraan het product moet voldoen, de fabricage-eisen moet afleiden. Dat betekent voor de lengtematen dus de toleranties.

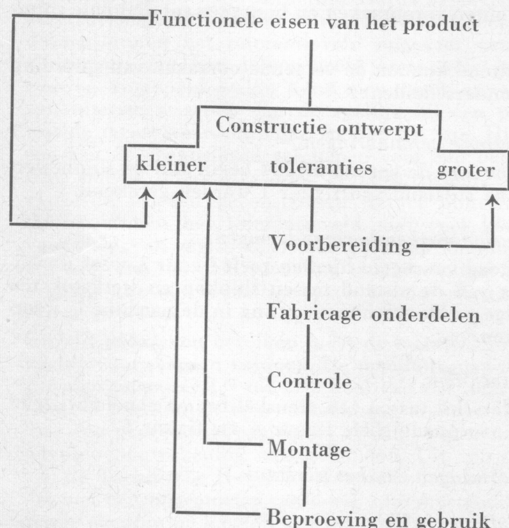
Hij zal er eerder toe komen deze te klein, dan te groot te kiezen. Immers, hij weet gewoonlijk niet precies, wat de invloed van maatafwijkingen op de goede werking van het product is. Hij zal daarom aan de voorzichtige kant willen blijven. Bovendien zullen moeilijkheden tijdens montage, beproeving of gebruik er toe kunnen leiden, dat hij zijn toleranties vernauwt. Er wordt van al deze kanten pressie uitgeoefend op de constructeur om grotere nauwkeurigheid te eisen; daartegenover zal slechts door de fabricage worden aangedrongen op de specificatie van ruimere toleranties. Nu zal het verschil tussen de juiste, nog net toelaatbare tolerantie en een te kleine tolerantie alleen tot uiting komen in een wat duurdere bewerking en wellicht in wat moeilijkheden tijdens de fabricage. Deze dringen misschien niet eens door tot de constructeur. Worden te ruime grenzen gesteld, dan komen er moeilijkheden, die met de goede werking van het product verband houden. Is het daarom te verwonderen, dat toleranties veelvuldig aan de kleine kant worden gekozen?

Voor een juiste keuze van de tolerantie zal de constructeur moeten beschikken over gegevens betreffende:

- de invloed van maatafwijkingen op de goede werking van de constructie;
- het verband tussen een op het ontwerp aangegeven tolerantie en de werkelijke maten van de volgens dit ontwerp vervaardigde producten;
- het verband tussen tolerantie en kostprijs.

Mocht het blijken dat de constructie abnormaal zware eisen aan de fabricage stelt ten aanzien van de maatnauwkeurigheid, wellicht kan dan een constructiewijziging nog uitkomst bieden. De beslissing hieromtrent moet door de constructeur worden genomen. Aan de hand van de bovengenoemde grondslagen kan deze keuze beter gefundeerd worden.

Schema 1: *Gebruik van toleranties*



Maatafwijkingen en goede werking

Gegevens hierover zijn niet alleen schaars, maar bovendien niet gemakkelijk te verzamelen. Of een bepaalde maatafwijking onoverkomelijke gevolgen zal hebben voor de goede werking van het product wordt vaak mede bepaald door oppervlakte- en vormnauwkeurigheid. Er is daarom zelden een scherpe grens te trekken tussen ontoelaatbare en toelaatbare afwijkingen van de maten. Het is dus eigenlijk een kwestie van meer of minder kans op falen of vroegtijdig verslijten van de constructie. Toch zal een zekere grens moeten worden gesteld, waarbij men dan een kleine kans zal kunnen toelaten dat de goede werking inderdaad niet is verzekerd. Daar komt nog bij dat de kans op deze grenswaarden in het algemeen gering is, tenminste wanneer bij de fabricage de tolerantiegrenzen goed worden aangehouden.

Tolerantie en werkelijke maat

Uit verschillende onderzoekingen op dit gebied (1) is gebleken dat men in goede machinefabrieken herhaaldelijk kan stuiten op maatafwijkingen, die de controle heeft goedgekeurd, hoewel deze buiten het tolerantieveld vallen.

De oorzaak daarvan moet worden gezocht in de wijze waarop toleranties tot stand komen. Tijdens de fabricage zullen er altijd wel maten worden gemaakt, die het tolerantieveld overschrijden. De controle zal nagaan of deze producten dan nog bruikbaar kunnen zijn. Probeert men dat, dan kunnen er moeilijkheden optreden tijdens de montage. Er bestaat echter veel kans, dat door combinatie van twee maten, waarvan er één een ontoelaatbare afwijking vertoont, toch nog een bruikbaar product ontstaat. Datzelfde geldt voor de beproeving en het gebruik. Maatafwijkingen behoeven daarom nog lang niet altijd tot onbruikbare producten te leiden. De controle zal uit zo'n ervaring de conclusie moeten trekken dat afkeuren niet altijd nodig is en zal de neiging hebben wel eens wat door de vingers te zien. In zeker opzicht is dit juist, want afgekeurd werk betekent kostbare uitval, die men bij voorkeur moet vermijden. Worden de toleranties met meer kennis van zaken bepaald, dan moet men er ook op kunnen rekenen dat tijdens fabricage en controle er niets onnodig door de vingers wordt gezien.

Poogt men een beeld te krijgen van de werkelijk te verwachten verdeling over het tolerantieveld van gefabriceerde maten, dan treft men in de practijk allerlei vreemdsoortige verdelingen aan. Uit een ongepubliceerde studie van de Technische Hogeschool is dit duidelijk gebleken. Het is een verschijnsel waaromtrent meer inzicht gewenst is. Daartoe kan men zich het beste verdiepen in de oorzaken van de spreiding, die een fabricageproces oplevert.

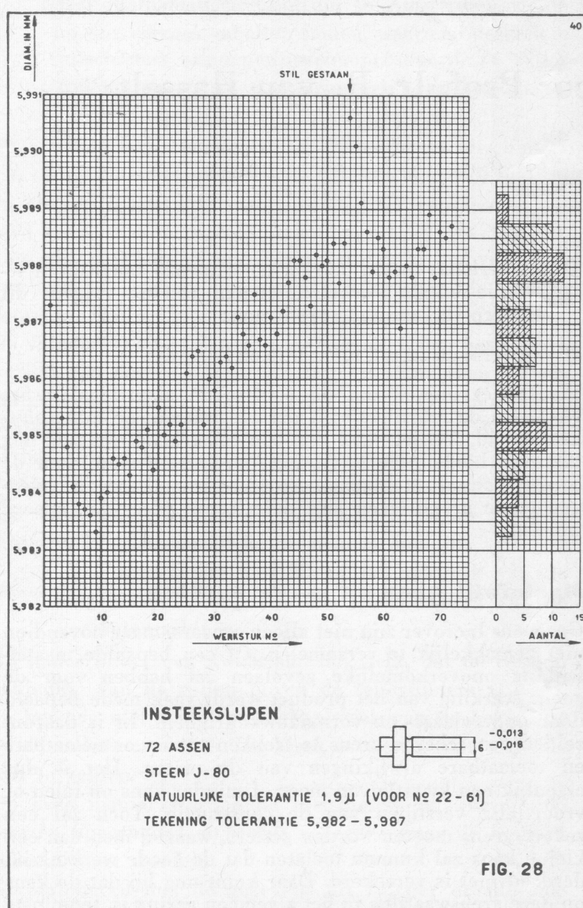


Fig. 1. Oorzaken van spreiding.

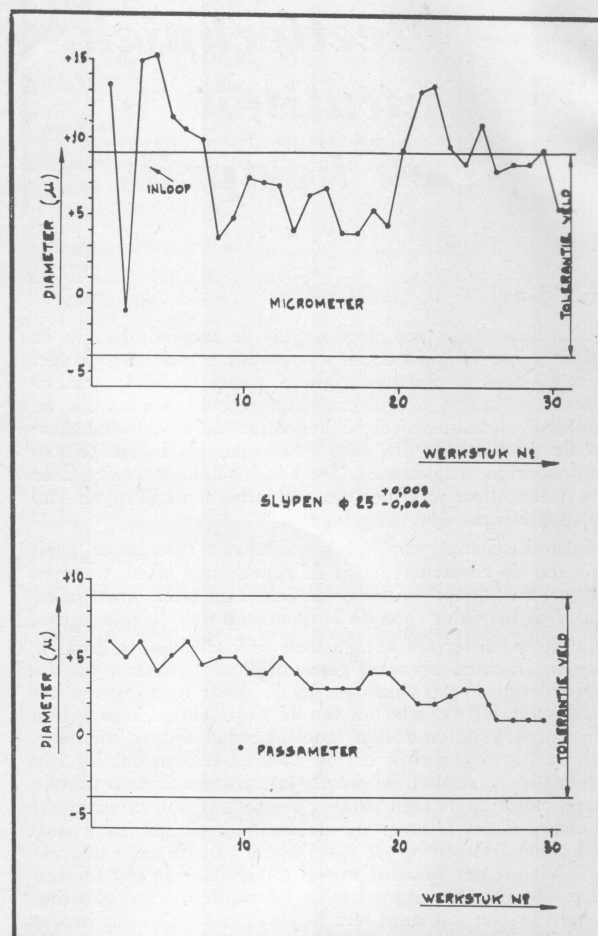


Fig. 2. Gebruik van passameter en micrometer.

Oorzaken van spreiding

Bij veel bewerkingsprocessen wordt de maat bepaald door de meestal instelbare onderlinge afstand van het gereedschap en het werkstuk. Wanneer er niets verandert aan de onderlinge stand van werkstuk en gereedschap zal toch een zekere spreiding in de maten optreden.

Dit geval is onderzocht aan de hand van een zeer nauwkeurige bewerking op een rondslijpbank, waarop asjes van 6ø werden bewerkt door insteekslijpen tegen een vaste aanslag.

Gedurende de bewerking van 72 asjes is niets aan de afstelling van de bank gewijzigd.

De maten van de asjes zijn in de volgorde, waarop zij werden geslepen, uitgezet, zie figuur 1. Dit voorbeeld toont een aantal oorzaken van de uiteindelijke spreiding.

Ten eerste ziet men een duidelijke, langzaam werkende tendentie, waarbij de diameter groter wordt. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de steenslijtage (de steen was te zacht voor het doel).

Ten tweede is er een onverklaarde begin-invloed, die ook optreedt na het 53-ste werkstuk, waar de man even is weggelopen en de bank daarom gedurende enige minuten niet heeft geslepen. Wellicht speelt een oliefilm op het aanslagvlak hierbij een rol.

Ten derde ziet men een kleine toevallige afwijking, waarvan de spreiding gedurende het proces ongeveer constant blijft. Deze laatste lijkt onvoorspelbaar. De andere oorzaken kunnen door tijdig de juiste bijstelling te verrichten worden uitgeschakeld.

Naast deze spreidingsoorzaken kunnen er nog afwijkingen voortkomen uit de meettechniek. Vergelijkt men het resultaat van het gebruik van een micrometer met dat van een passameter bij het slijpen, zie figuur 2, dan blijkt welke grote invloed hier de meettechniek op de spreiding heeft.

Tenslotte zijn er nog invloeden, die samenhangen met het werkstuk, dat gemeten wordt: vervorming onder de druk van het gereedschap of warmte-uitzetting ten gevolge van de bewerkingswarmte. Deze kunnen systematische vormen maatfouten veroorzaken en bijdragen tot de totale spreiding.

Samenvattend kunnen de volgende oorzaken van spreiding worden onderscheiden:

1. *Plotselinge veranderingen.*
   Hiertoe kan de sprong bij het begin van de slijpbewerking na stilstand van figuur 1 worden gerekend.

2. *Langzaam werkende veranderingen.*
   Een goed voorbeeld hiervan geeft figuur 3, waar de wijziging van de afstand tussen slijpkop en werkstuk ten gevolge vande warmte-uitzetting in de machine is weergegeven.

3. *Meettechniek.*
   Het verschil tussen een grenskaliber en een aanwijzend meetinstrument geeft figuur 4 en figuur 5.

4. *Vervormingen van het werkstuk.*

5. *Toevallige afwijkingen.*

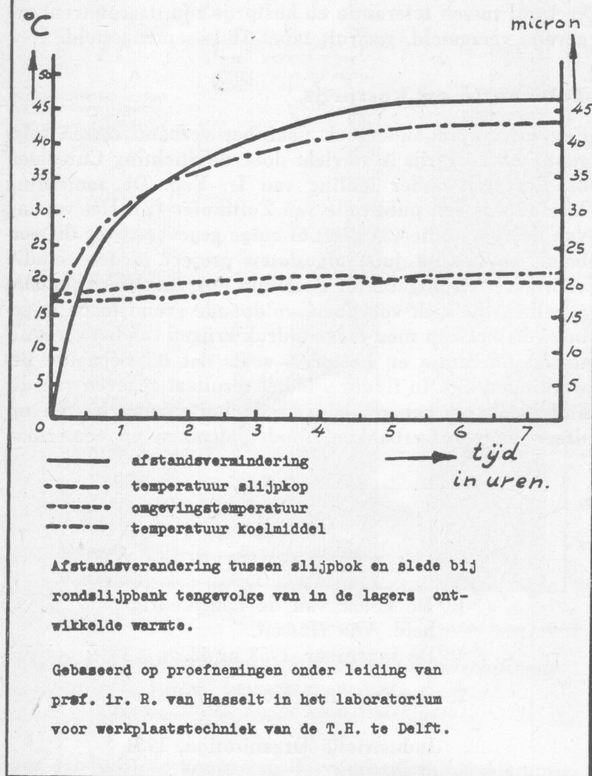


Fig. 3. Warmte-uitzetting van een rondslijpbank.

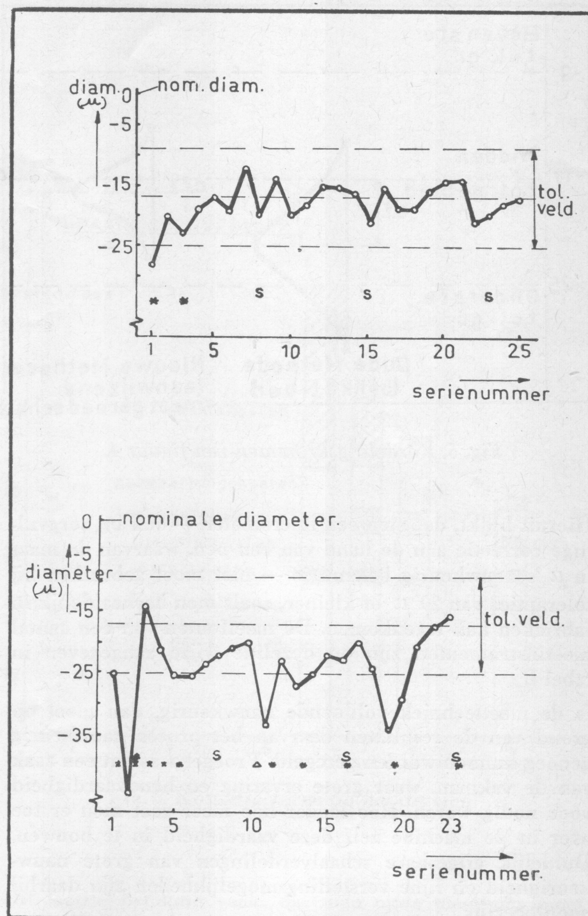


Fig. 4. Bovenhelft: aanwijzend meetinstrument.
Benedenhelft: grenskaliber.

Meettechniek

Van deze spreidingsoorzaken kan men veel met een betere meettechniek tegengaan. Slechts de toevallige afwijkingen zijn niet te voorkomen. Wordt er zorgvuldig gemeten en telkens de juiste bijstelling verricht, dan kan een bewerkingsproces tussen nauwe grenzen worden gehouden. Gaat men nu kijken naar de verdeling van de werkstukmaten over het tolerantieveld, dan blijkt dat deze veel meer gaat lijken op een normale verdeling. Dat is belangrijk voor de constructeur, die toleranties moet kiezen. Neemt de verdeling binnen het tolerantieveld ongeveer een normale vorm aan, dan kan bijvoorbeeld met enige benadering worden voorspeld welke kans men heeft op combinatie van uiterste waarden van de speling bij een passing, of wat de meest waarschijnlijke speling zal zijn. Hiermede is één van de grondslagen geschapen voor een betere hantering van de toleranties door de constructeur. Moest aanvankelijk worden geconstateerd dat er omtrent de verdeling binnen het tolerantieveld niet veel kon worden voorspeld, een betere meettechniek schept de mogelijkheid om naar een normale verdeling te streven door uitschakeling van alle niet toevallige spreidingsoorzaken van het fabricageproces.

Om dit te kunnen bereiken moet de meettechniek aan bepaalde voorwaarden voldoen. De meetfout mag niet groter zijn dan ongeveer 1/5 tot 1/10 deel van het tolerantieveld. Grotere meetfouten zijn onbruikbaar, wanneer men daarmee een proces wil regelen. In veel fabrieken wordt daar onvoldoende rekening mee gehouden. Uit een onderzoek van de Technische Hogeschool in de industrie is gebleken dat met een micrometer van 0—25 mm meetgebied de volgende meetfouten moeten worden verwacht:

Bij geen- of onnauwkeurige correctie	11 μ
Bij nulstand- correctie	7 μ
Bij correctie met pen	5 μ

Onder meetfout moet hierbij worden verstaan, dat men in 95 van de 100 gevallen geen grotere meetfout maakt dan de genoemde bedragen, hetzij positief, hetzij negatief.

Tabel I: *Meetfouten.*

Meetinstrument	meetfout
Stayput	3 μ
Micrometer met aflezing in μ	2 μ
Solex Vé	$1^3/_4$ μ
Passameter Millimess	$1^1/_2$ μ
Microcator Orthotest Kleinmess	1 μ

Tabel II: *Economisch gebruik van meetinstrument.*

Meetinstrument	tolerantiegrootte
Micrometer	> 30 μ
Askaliber	> 20 μ
Passameter, Orthotest e.d.	> 10 μ
Automatische meet- en regelapparatuur	> 3 μ

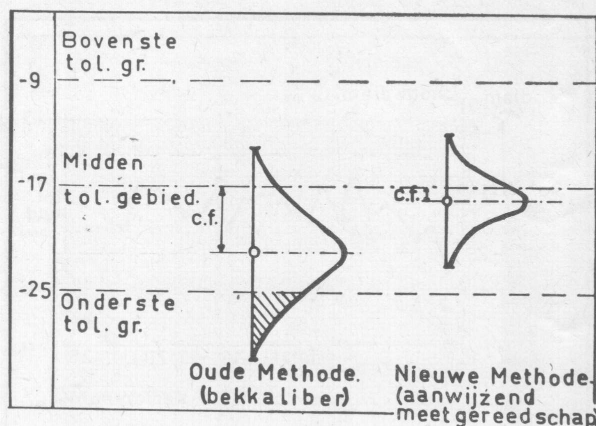


Fig. 5. Verdelingskrommen van figuur 4.

Hieruit blijkt, dat men een micrometer — ook bij zorgvuldige correctie aan de hand van een pen, waarvan de maat in μ 's nauwkeurig bekend is — niet moet gebruiken bij toleranties van 20 μ of kleiner, zoals men herhaaldelijk in fabrieken kan tegenkomen. De meetfouten van een aantal meetinstrumenten zijn op dezelfde wijze aangegeven in tabel I.

Is de meettechniek voldoende nauwkeurig, dan moet op grond van de resultaten daarvan het proces nauwkeurig genoeg kunnen worden geregeld. Vroeger was dat een zaak van de vakman, waar grote ervaring en handvaardigheid voor nodig waren. Hoe langer hoe meer gaat men er toe over in de machine zelf deze vaardigheid in te bouwen. Duidelijk afleesbare schaalverdelingen van grote nauwkeurigheid en fijne verstellingsmogelijkheden zijn daarbij onontbeerlijk.

Een voortschrijdende mechanisatie voert tot de volledige automatisering van meten en regelen, zoals bijvoorbeeld bij de toepassing op een rondslijpbank van een automatisch meetapparaat, dat tevens de bank uitschakelt, wanneer het werkstuk aan de maat is. Uit figuur 6 blijkt welke verbetering met zo'n installatie mogelijk is. Een tolerantie van

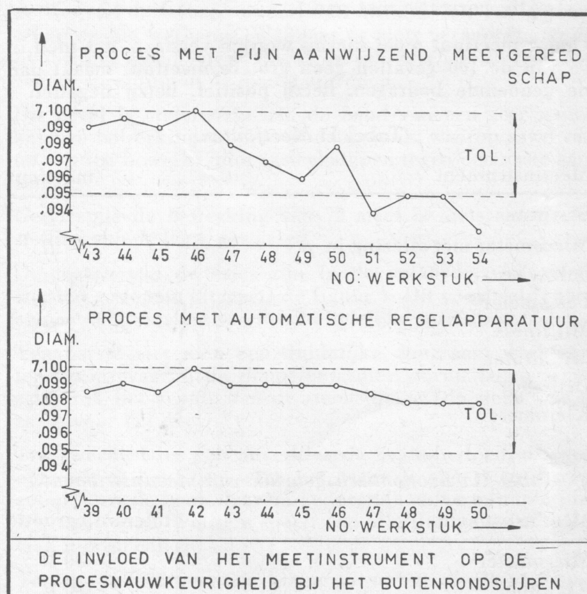


Fig. 6. Bovenhelft: aanwijzend meetinstrument. Benedenhelft: automatisch meet- en regelapparaat.

3 μ kan hiermee zonder uitval van betekenis worden aangehouden.

De maatregelen ter verhoging van de nauwkeurigheid door een betere meettechniek brengen vanzelfsprekend kosten met zich mee. In het raam van een onderzoek naar het verband tussen tolerantie en kostprijs zijn daaromtrent gegevens verzameld, waaruit tabel II is samengesteld.

Tolerantie en kostprijs

Een uitgebreid onderzoek naar het verband tussen tolerantie en kostprijs is verricht door de Stichting Cursussen en Research onder leiding van Ir. Yap. De aanleiding hiertoe was een publicatie van Zollikofer (2). Het verslag van de voorstudie (3) geeft al enige gegevens over dit verband. In het nu juist afgesloten project is deze studie voortgezet en uitgebreid. Toch zijn nog lang niet voor alle gevallen, die zich voordoen, voldoende grondslagen opgebouwd. Wel kan men enige indruk krijgen van het verband tussen tolerantie en kostprijs, zoals dat bij bepaalde bewerkingen ligt. In figuur 7 is het resultaat gegeven van dit onderzoek op het gebied van de buitenbewerkingen op draai- en revolverbanken, rondslijpbanken en centerloze

LITERATUUR.

1. De keuze van de nauwkeurigheid. Van Hasselt. De Ingenieur, 1953 nr 48.

2. Qualität und Kosten. Zollikofer. Industrielle Organisation, 1951 nr 48.

3. Toleranties en fabricagekosten. Yap. Contactgroep Opvoering Productiviteit, 1954.

slijpbanken. De grote stijging in de kosten wordt niet alleen veroorzaakt door langere meet- en bewerkingstijden bij kleinere toleranties; vooral de snelle toename van de uitval speelt daarbij een grote rol, zie figuur 8. In de practijk zal men het natuurlijk nooit laten komen tot grote uitvalpercentages wanneer er nauwkeuriger methoden ten dienste staan. Vaak gebeurt het echter dat men een te onnauwkeurige bewerking toepast, maar de uitval grotendeels toch goedkeurt. In feite heeft men dan met een ruimer tolerantieveld gewerkt.

Het verband tussen tolerantie en kostprijs is afhankelijk van een aantal factoren, zoals de seriegrootte, de bewerking en de kosten van het voorbewerkte stuk. De gegeven resultaten in figuur 7 gelden dan ook alleen voor een seriegrootte van 50 stuks. Bij andere series zal het overgangscriterium kunnen verschillen, maar de algemene tendentie blijft bestaan.

Uit dit onderzoek zijn een groot aantal gegevens naar voren gekomen, die voor de fabricage van belang zijn. Zo kon in één van de deelnemende bedrijven de meest economische voorslijpmaat worden bepaald. De tot nu toe gebruikte toegift van ongeveer 0,4 mm kon tot 0,2 mm worden teruggebracht met aanmerkelijke besparingen op de slijptijd. In een ander geval kon de nabewerking van assen, waarop met zeer grote nauwkeurigheid kogellagers moesten worden gemonteerd, belangrijk worden teruggebracht

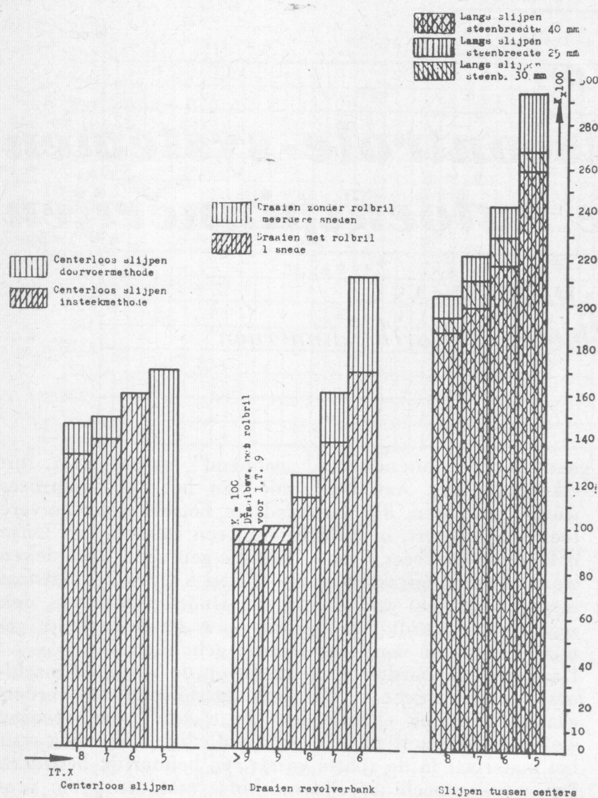


Fig. 7. Verband tolerantie en kostprijs bij verschillende bewerkingen. (Kostenindex tegen kwaliteitsklasse).

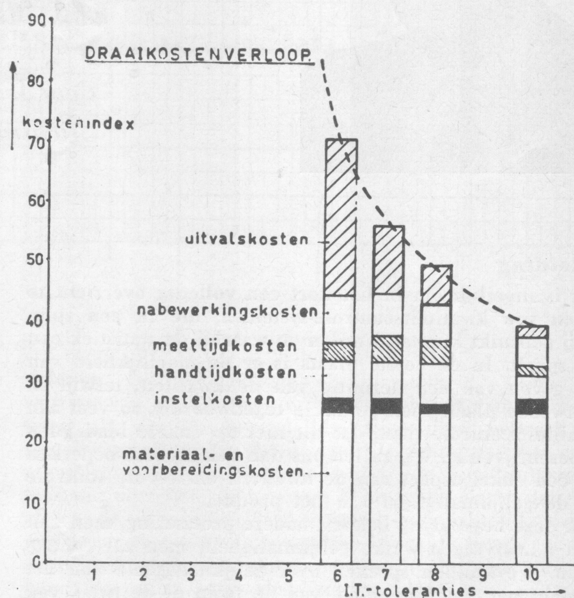


Fig. 8. Kostenfactoren bij het draaien.

door een juistere keuze van de voorbewerkingstolerantie. Het onderzoek heeft inzicht gegeven in de factoren, die de kwaliteit van de productie beheersen. De resultaten geven niet alleen grondslagen voor de keuze van toleranties ten gerieve van de constructie, er zijn ook bruikbare gegevens voor vele andere functies uit voortgekomen:

- De voorbereiding kan met meer kennis van zaken de juiste bewerking kiezen, die bij de gevraagde nauwkeurigheid nodig is.
- De werkplaats heeft een handleiding gekregen voor de toe te passen meettechniek.
- De controle kan met meer klem zijn eisen stellen en heeft meer inzicht gekregen in de oorzaken van afwijkingen.
- In het contact met onderleveranciers kan met meer kennis van zaken over de kwaliteitseisen worden gesproken.
- Op grond van de verworven kennis kan het aantal noodzakelijke passingen, dat is gestandaardiseerd, worden beperkt.

Kwaliteitsbeleid

De voorwaarden voor een goed kwaliteitsbeleid zijn vele. In het voorgaande is ingegaan op de grondslagen, die bij de bepaling van de toleranties een rol spelen. Het bleek slechts mogelijk hierin verbetering te brengen, wanneer omtrent de verdeling van de werkelijke maten over het tolerantieveld een prognose kon worden gemaakt. Daarvoor waren nodig:

- verbeterde meettechniek,
- nauwkeurige instelmogelijkheden van het proces.

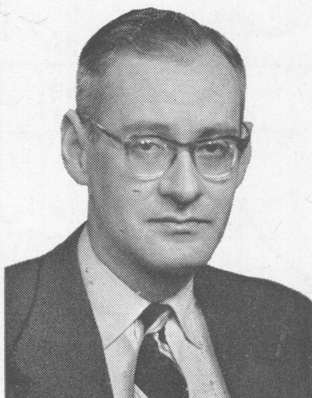
Dit laatste betekent vaak, dat men oude machines moet voorzien van nauwkeurige afleesmogelijkheden, eventueel onafhankelijk van de transportschroeven, die de sleden bewegen; bij nieuwe machines kan men hiermee terdege rekening houden.

Verbeterde meettechniek en zorgvuldiger omgaan met toleranties vereist bovendien: voorlichting van werkplaats, controle, werkvoorbereiding en constructie.

Hierbij zal naast schriftelijke- zeker veel mondelinge voorlichting in cursus- of discussievorm — zowel in groepen als individueel — nodig zijn.

Tenslotte kan een verantwoord kwaliteitsbeleid niet buiten een goede organisatie. Daarbij dient elke afdeling, die een bijdrage tot de kwaliteit kan geven, mede te worden betrokken.

Evenals vorige jaren ligt het in het voornemen van de Kring Vezels en Cellulose van de Bond voor Materialenkennis, het Vezelinstituut T.N.O. te Delft en het Instituut voor Grafische Techniek T.N.O. te Amsterdam, een tweedaagse bijeenkomst te organiseren en wel op 28 en 29 februari 1956 te Hilversum. Ditmaal zal de structuur van het papier voornamelijk de aandacht hebben. Er worden voorbereidingen getroffen voor voordrachten, waarin de bladvorming op de papiermachine, de vorm der vezels en de voorbereiding van de papierstof in discussie worden gebracht; voorts de ongelijkmatigheid in de papierstructuur en de invloed daarvan op de meetresultaten, alsmede de eigenschappen, zoals de samendrukbaarheid, de poreusheid en de meting daarvan. Ook de toonweergave in de druk zal in verband worden gebracht met de papierstructuur.



kwaliteitscontrole-systemen in de katoenspinnerijen

door Ir. F. H. GERMANS
Stichting Interne Research Spinnerijen

Inleiding

Het is moeilijk om in het kort een volledig overzicht te geven van kwaliteitscontrole-systemen, die in een spinnerij gebruikt kunnen worden en waarbij de statistiek een rol speelt. In de eerste plaats is er de moeilijkheid van het geven van een definitie van de kwaliteit, terwijl in de tweede plaats men gelukkig tegenwoordig zo veel aan kwaliteitscontrole doet, dat dit niet op enkele bladzijden te beschrijven is. Wij zullen ons dan ook moeten beperken tot een enkel aspect van de kwaliteit en wel de controle op de gelijkmatigheid van het product.

Ook deze begrenzing behoeft nadere precisering, men kan zich n.l. afvragen welke gelijkmatigheid men zal controleren. We kunnen spreken over gelijkmatigheid van het gewicht per lengte-eenheid, van de twijn of de twist, van de sterkte, van het uiterlijk enz. De keuze van de verschillende mogelijkheden ligt echter op technologisch terrein en de bespreking hiervan kan dan ook gevoeglijk achterwege blijven; maar men is het er in 't algemeen wel over eens, dat de gelijkmatigheid van het gewicht per lengte-eenheid een fundamentele grootheid is en dat — wanneer over de gelijkmatigheid van het te spinnen product gesproken wordt — de bovengenoemde bedoeld wordt. Wij zullen ons eveneens aan dit spraakgebruik houden.

Beschrijving van het proces

Voordat wij er nu toe overgaan de verschillende systemen, die hierbij toegepast kunnen worden, nader te beschouwen, volgt hier allereerst een korte beschrijving van het spinnerijproces zoals dat tegenwoordig vrij algemeen wordt toegepast.

In figuur 1 ziet U een flowchart van een spinnerij. De katoen komt als balen van meestal 200 kg in het magazijn aan in zeer sterk samengeperste toestand. Een aantal van deze balen wordt nu (meestal 20 stuks tegelijkertijd, ongeveer een dagproductie) neergelegd in een z.g. mengzaal, die U schematisch boven in de figuur ziet aangegeven. De balen liggen terzijde van een toevoersysteem b.v. een lattendoek, waarop grote stukken van de balen worden neergeworpen. Deze fabrieksruimte wordt weliswaar een mengzaal genoemd, maar uit het hierboven genoemde mag wel worden afgeleid dat van een homogene menging van het materiaal — in tegenstelling tot chemische processen — geen sprake is.

Allereerst blijken er belangrijke verschillen te bestaan in de balen, zodat b.v. de bovenkant merkbaar afwijkt van het midden of van de onderkant ervan. Men mag dus verwachten dat het materiaal, dat achter elkaar verwerkt wordt, verschillende eigenschappen bezit, hetgeen o.a. ook tot uiting kan komen in de gelijkmatigheid van het product.

Niet alleen treden er variaties binnen dagen op, maar vanzelfsprekend zullen er ook variaties optreden tussen mengen, dus tussen dagen. Op de consequenties hiervan kom ik straks nog nader terug.

Van de mengzaal gaat het materiaal naar openings- en reinigingsmachines, waarbij de katoen meestal met behulp van slagorganen gereinigd en met behulp van met pennen bezette lattendoeken „geopend" wordt d.w.z. uit elkaar geplukt. Aan het einde van het openingsproces wordt de katoen, die dan reeds in betrekkelijke zuivere toestand verkeert, in de vorm van een ca. 40 meter lange deken van ongeveer 1 meter breedte gebracht. Deze deken wordt daarbij opgerold zodat er een z.g. wikkel ontstaat met een gewicht van ca. 20 kg. Door middel van een regelorgaan wordt het gewicht per lengte-eenheid gemiddeld op een constante waarde gehouden.

Deze wikkels worden nu gebracht op de volgende machines, de z.g. krassen of kaarden, waarbij een nog verdergaande reiniging en een zeer hoge graad van opening wordt bewerkstelligd, die een volledige scheiding van het materiaal in de aparte vezels vrij behoorlijk benadert. De openingsmachines zijn machines met een grote productie, terwijl de gelijkmatigheid van de geproduceerde wikkel uit spinnerij-oogpunt zeer veel te wensen overlaat. Op de zoëven genoemde krassen treedt een ongeveer 100-voudige rek op, zodat de wikkel, die een lengte had

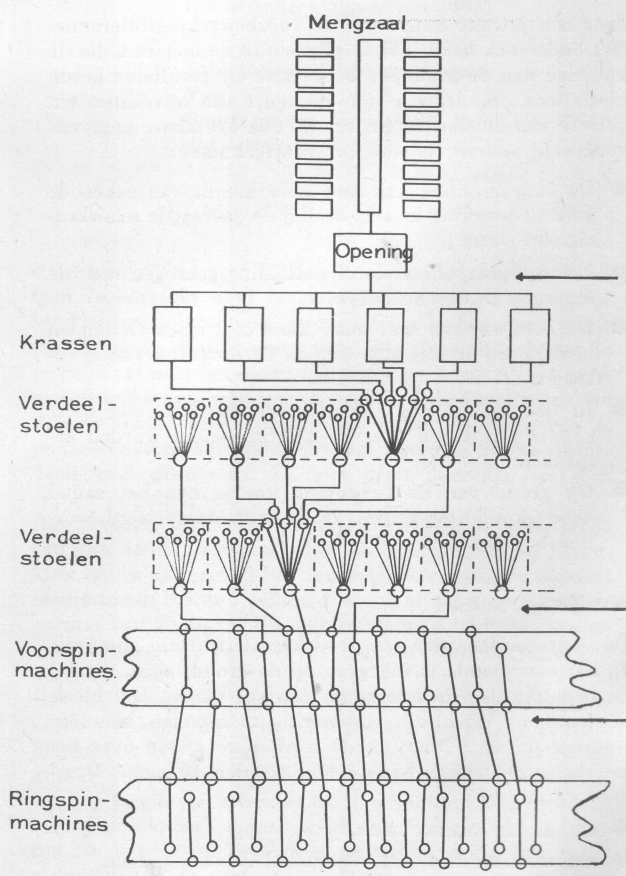


Fig. 1. Flowchart van een spinnerij.

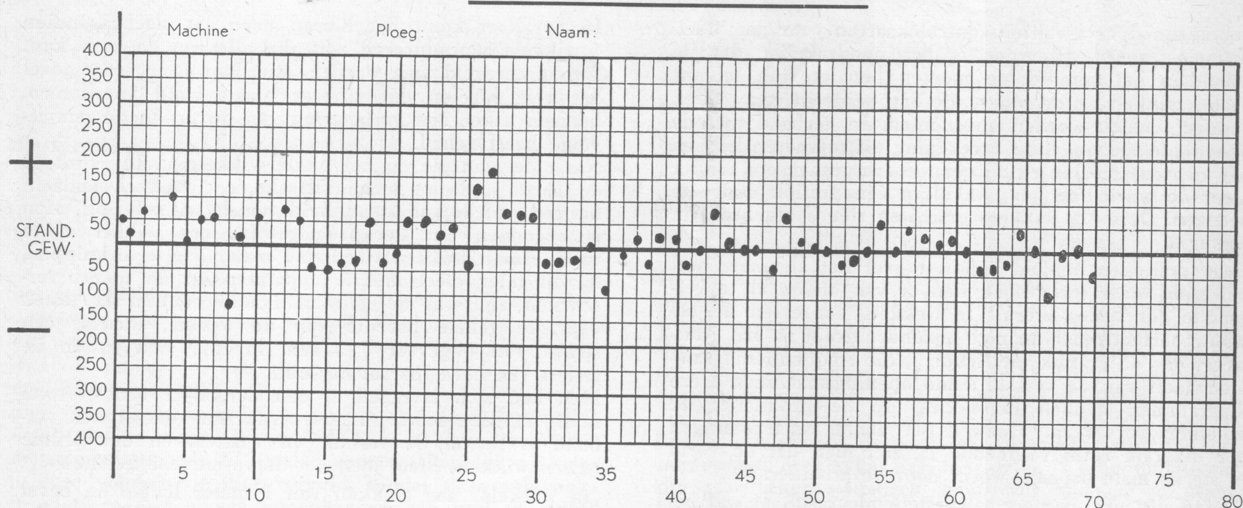


Fig. 2. Overzicht van de wikkelgewichten.

van 40 meter, de krasmachine verlaat in de vorm van een z.g. lont d.w.z. een min of meer cylindervormige vezelbundel van 2 à 3 cm doorsnede. Deze weegt ongeveer 5 gram per meter en heeft een lengte van ca. 4000 meter. Deze kraslonten zijn min of meer een getrouwe reproductie van de wikkels, d.w.z. alle variaties in gewicht komen daar op dezelfde schaal in voor.

Teneinde het product gelijkmatiger te maken worden deze lonten nu toegevoerd aan de z.g. rek- en verdeelstoelen. Bij deze machines wordt een aantal (meestal 6 of 8) van de kraslonten in de machine gevoerd en daar verenigd tot één lont. Indien deze machine niets anders deed dan samenvoegen, zou het uitgaande product 6 of 8 maal zo zwaar geworden zijn per lengte eenheid. Maar aangezien er nu een daarmee evenredige rek aangebracht is in de machines, treedt er een lont uit van hetzelfde gemiddelde gewicht als de kraslonten. Doordat echter een 6 of 8-voudige verdubbeling heeft plaats gevonden slaagt men erin de variaties van het uittredende product te verminderen. Meestal gebruikt men twee van dergelijke groepen machines, de eerste en tweede passage verdeelstoelen, terwijl voor sommige garens ook nog een derde is toegevoegd.

De rest van de spinnerij bestaat nu in principe uit niets anders dan machines om aldus gevormde verdeelstoellonten te verfijnen en deze uiteindelijk door het aanbrengen van een bepaalde twist de vereiste samenhang te geven. Zo wordt op de voorspinmachine de zoëven genoemde verdeelstoellont uitgerekt tot ongeveer 1 gram per meter. Tevens wordt aan deze lont een bepaalde draaiing gegeven om samenhang tussen de verschillende vezels te krijgen, aangezien anders een dergelijke lont wegens de zwakte ervan niet verder te verwerken zou zijn. Deze lont, of zoals men dat dan noemt „voorgaren", wordt gebracht in de vorm van grote klossen, de z.g. bayers, die dan op de laatste machine, de ringspinmachine, nogmaals gerekt worden tot de gewenste dikte, waarbij een rek op kan treden van ongeveer 30. Bovendien wordt er dan voldoende twist aan gegeven, waarmee het eindproduct van een spinnerij in principe gereed is.

Zoals reeds gezegd heeft de openingsmachine een grote capaciteit. De krassen hebben daarentegen een lage capaciteit; ook de verdeelstoelen, de voorspinmachine en de ringspinmachine hebben in vergelijking tot de openingsmachine een lage productie per uur. Dit impliceert dat naarmate men dichter bij het eindproduct komt, het aantal spinpunten belangrijk toeneemt. Voor verdere details zij hier verwezen naar de vakliteratuur. [1])

Controlesystemen

Bij de opzet van een kwaliteitscontrole zal men goed doen zich af te vragen aan welke eisen een systeem zal moeten voldoen. De belangrijkste eis is snelheid, zowel ten aanzien van de metingen en de verwerking van de resultaten als van de beoordeling. Bovendien behoort de signalering zó te zijn dat de bedrijfsleiding pas dan erop attent gemaakt wordt, als er afwijkingen van de normale toestand optreden. Een andere belangrijke eis is, dat niet alleen de ogenblikkelijke toestand overzichtelijk wordt weergegeven, maar dat bovendien bepaalde trends en veranderingen duidelijk zijn gemarkeerd. Het ligt voor de hand dat men hier gaat grijpen naar een zo ruim mogelijke toepassing van kwaliteitscontrolekaarten. Hiermede is voldaan aan de eis van overzichtelijkheid.

Gebruikt men dan kaarten voor het gemiddelde en voor de range, dan is men in staat om met een minimum aan rekenwerk de waarnemingen te verwerken. Daar hierbij het aantal metingen niet te groot mag zijn, kosten de metingen zelf ook niet veel tijd.

De toepassing van kwaliteitscontrolekaarten wordt bovendien nog gestimuleerd door zeer animerende voorbeelden, die men kan vinden in de meeste handboeken voor statistiek en kwaliteitscontrole. Jammer genoeg hebben deze voorbeelden meestal niet betrekking op de textielindustrie, maar bijvoorbeeld op de metaalverwerkende bedrijven en op chemische fabrieken, dus op bedrijven waar ten eerste de grondstoffen meestal veel homogener zijn en ten tweede de productie-eenheden dikwijls zelfregelend zijn. Beide omstandigheden zijn in veel mindere mate aanwezig in de textielindustrie, de tweede omstandigheid is in de spinnerijen — behalve aan het einde van het openingsproces — zelfs afwezig.

Keren we nu terug tot het schema van fig. 1. U ziet daar verschillende plaatsen met een pijl aangegeven, plaatsen waarop men in het algemeen een kwaliteitcontrole uitoefent. Dat is dus:

1) controle op de wikkels
2) controle op de laatste passage van de verdeelstoelen
3) controle op het voorgaren en
4) controle op de ringspinmachines.

Controle op de wikkels

Wat betreft de controle op de wikkels, deze bestond vroeger uitsluitend uit het wegen van de volle wikkels, die ieder een gelijke lengte hebben en dus een bepaald gewicht moeten hebben, opdat het gewicht per lengte eenheid — dus de gelijkmatigheid — aan een bepaalde norm voldeed. Deze wikkelgewichten werden dan in een boek opgeschreven en wikkels die boven of beneden een bepaalde tolerantie vielen werden niet verder gebruikt, maar gingen terug naar de mengzaal om opnieuw verwerkt te worden. Het opschrijven van getallen in een boek is natuurlijk zeer gemakkelijk, maar men heeft zoals U weet geen enkel overzicht over de resultaten.

Onze eerste poging was dan ook om deze boeken te

[1]) Zie b.v. W. J. G. Naarding, „De katoenspinnerij" 1954.

vervangen door kwaliteitscontrolekaarten voor gemiddelden en ranges. Hiervoor is het noodzakelijk dat de arbeiders het gemiddelde moeten bepalen van telkens 4 of 5 wikkels en de range, die dan beide in een grafiek zouden moeten worden opgenomen. In verband met de benodigde tijd om deze berekening uit te voeren hebben wij hiervan afgezien en zijn er toe overgegaan om zonder meer de gewichten per wikkel in één grafiek onder te brengen. Deze z.g. wikkeloverzichten ziet U afgebeeld in figuur 2.

Deze grafieken hebben hun nut over het algemeen wel bewezen, maar toch moet men er van afzien al te vergaande conclusies hieruit te trekken, aangezien de betrouwbaarheid daarvan niet bijzonder groot is. Dit illustreert ons de grafiek uit figuur 3, die frequentiediagrammen geeft van de verschillende openingsmachines. Deze diagrammen hebben betrekking op de productie per arbeider per week. Hoewel het aantal waarnemingen per diagram ruim voldoende is, ziet men dat de vorm in sterke mate bepaald wordt door de arbeider.

Gezien dit min of meer teleurstellende resultaat wat betreft de betrouwbaarheid waarmee de arbeiders werken, zijn wij er dan ook niet toe overgegaan om een meer verfijnde methode van kwaliteitscontrole in dit stadium toe te passen, maar hebben wij veel meer getracht met behulp van diagramschrijvende weegschalen de objectiviteit van de metingen te waarborgen.

De openingsmachine is voorzien van een inrichting om het gemiddelde gewicht per lengte-eenheid te variëren en de arbeider zelf heeft de verantwoordelijkheid om indien de wikkels te zwaar of te licht worden, dit bij te regelen. Een $\bar{X}$ en R kaart zal hierbij een goed hulpmiddel vormen om de arbeider te waarschuwen wanneer hij moet reguleren. Omdat wij dit niet zijn gaan toepassen kunnen wij hieraan dus ook geen criterium ontlenen voor de regeling van de machine. Wij hebben dit opgevangen door de arbeiders steeds opnieuw te instrueren op welke In het kort komt het hierop neer dat slechts, indien 4 wikkels geproduceerd zijn, die alle aan de hoge kant liggen, geregeld mag worden. Hierdoor is in ieder geval het vele regelen dat vroeger plaats vond voorkomen, hetgeen zeker een verbetering van de productie ten gevolge heeft gehad.

Naast de controle op het totale wikkelgewicht wordt er de laatste jaren om technologische redenen veel aandacht besteed aan de gelijkmatigheid van de wikkels zelf. Men is begonnen om steekproefsgewijze een wikkel af te rollen en in stukken van b.v. 1 meter lengte te knippen, terwijl later electronische apparaten op de markt verschenen zijn om de gelijkmatigheid continu te testen over de gehele breedte van de wikkel, waarbij een strook van ongeveer 3 à 4cm breedte zich tussen de tasters van het apparaat bevindt.

Men kan zich afvragen of een dergelijke controle wel nodig is. Men moet immers verwachten dat er een verband is tussen de variatie *in* wikkels en de variatie *tussen* wikkels. Meet men n.l. de variatiecoëfficiënt VC_i „in wikkels" aan stukken van 1 meter lengte en bevat een wikkel n x 1 meter lengte, dan zou de variatiecoëfficiënt VC_w „tussen wikkels" moeten zijn:

$VC_w = \frac{VC_i}{\sqrt{n}}$, indien de stukken van 1 meter niet met elkaar gecorreleerd zouden zijn. Dit zou, indien dit verband inderdaad klopt, het moeizame meten van de VC_i overbodig maken. Helaas blijkt echter dikwijls dat VC_w een factor 2 groter is dan met VC_i overeen zou moeten komen, zodat controle van de VC_i voorlopig niet gemist kan worden.

Zoals reeds gezegd zijn er thans electronische apparaten, die continu de „dikte" van de wikkel kunnen meten. Met behulp van bij deze apparaten geconstrueerde integratoren kan onder bepaalde omstandigheden een indruk

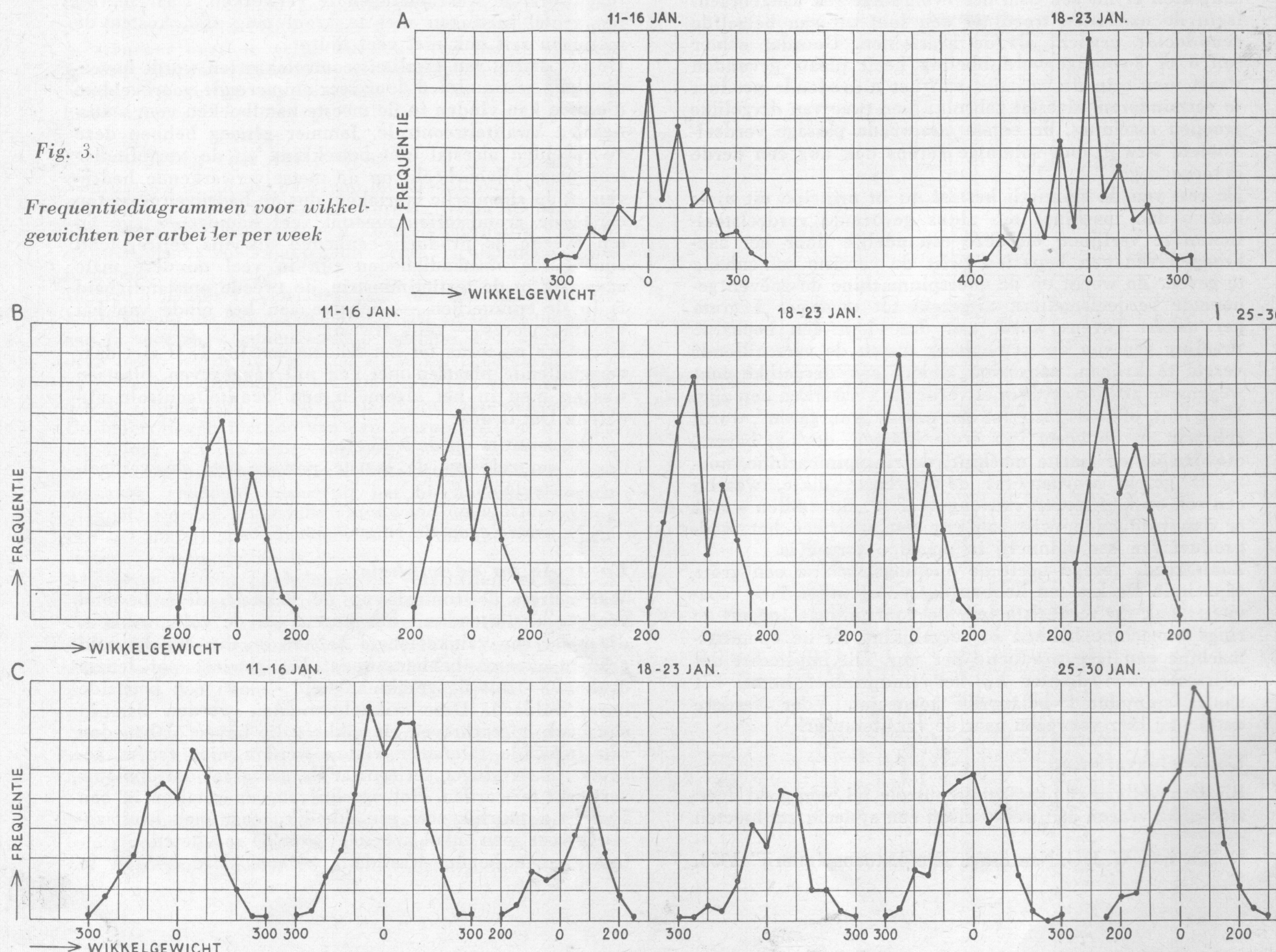


Fig. 3.

Frequentiediagrammen voor wikkelgewichten per arbeider per week

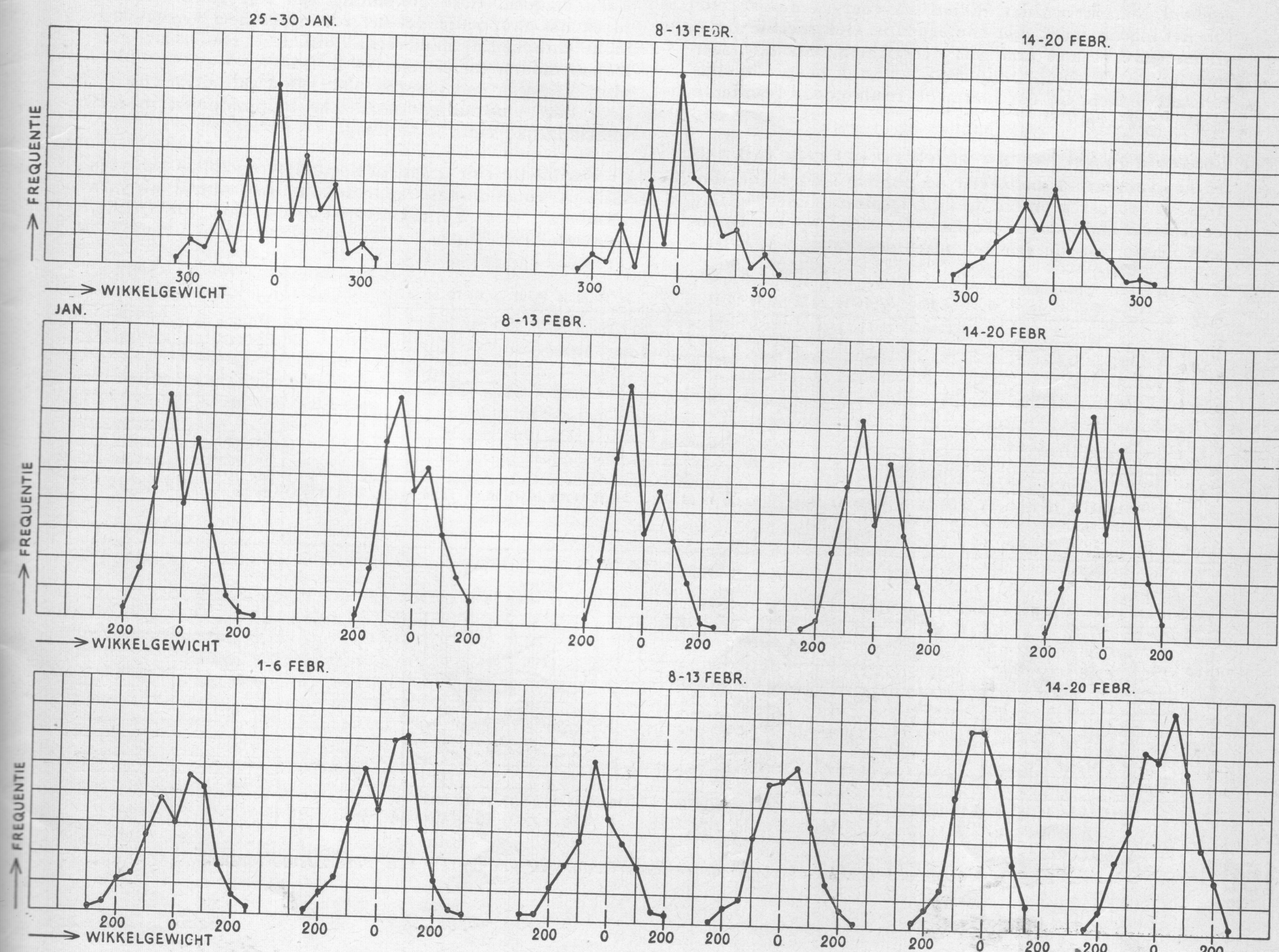
wijze zij moeten regelen en over het algemeen werkt dit systeem voldoende bevredigend.
worden verkregen van de variatiecoëfficiënt van de wikkel.
Een interessant probleem doet zich hierbij nog voor, n.l. dat van de minimale onregelmatigheid van een dergelijke wikkel. Het is thans bij benadering mogelijk om daar een antwoord op te geven. Volgens de theorie van Martindale [2]) is de theoretische minimale onregelmatigheid van een garen gelijk aan: $VC_{th} = \frac{1}{\sqrt{n}}\ 100\%$, waarbij n het gemiddelde aantal vezels is, dat zich in een dwarsdoorsnede van het garen bevindt. Past men dit toe op een wikkel, dan komt men bij ca. 5.000.000 vezels in de dwarsdoorsnede tot een theoretisch bereikbare variatiecoëfficiënt van 0,05 %.
Een voorwaarde voor het toepassen van deze theorie is echter dat de vezels alle dezelfde kans hebben om in een bepaalde doorsnede te worden aangetroffen. Bij wikkels is deze voorwaarde niet vervuld, omdat de vezels nog in vlokken met elkaar samenhangen van min of meer constante grootte. Gaat men nu het aantal vlokken bepalen, dat in een dwarsdoorsnede voorkomt en deze waarde invoeren voor n in de formule, dan komt men tot beter aanvaardbare waarden, die een practische richtlijn geven aangaande de werking van de openingsmachines en een aanwijzing kunnen geven welke weg men in moet slaan om tot verlaging van de variatie in de wikkels te komen.

Controle op de verdeelstoelen

Wat betreft punt 2, de controle op de verdeelstoelen, ook hierbij werden vroeger alle verrichte metingen in een boek ingeschreven met de reeds eerder genoemde nadelen daarvan. Op het eerste gezicht lijkt dit controlepunt van de fabriek ideaal voor het invoeren van $\bar{X}$ en R kaarten.

[2]) van Dalfsen: Statistica Neerlandica, 9, pag. 41, 1955.

De machine bestaat in principe uit 5 of 6 parallel geschakelde productie-eenheden, terwijl een aantal b.v. 10 à 15 machines, soms ook wel minder, lopen op een bepaalde kwaliteit. Men zou nu zo tewerk kunnen gaan, dat men van een bepaalde machine de 5 verschillende afleveringen meet en dit doet voor alle machines. In dit stadium is het aantal productie-eenheden zó klein, dat een controle van alle machines nog verantwoord is.
Men kan nu per machine het gemiddelde en de range bepalen en daarvan een kwaliteitscontrolekaart aanleggen. Indien men nu een voldoende aantal waarnemingen per machine heeft verzameld kan men op de bekende wijze overgaan tot de constructie van de alarmgrenzen, zodat hierdoor een statistisch verantwoorde signalering van afwijkingen zou kunnen worden bereikt. Zoals reeds eerder opgemerkt is treden er echter noodzakelijkerwijze zowel verschillen per dag alsook tussen dagen op, die met de huidige stand van de techniek vooralsnog niet te vermijden zijn. Men krijgt daardoor dan ook schommelingen, die zeer zeker statistisch significant zijn en zo groot kunnen zijn dat een andere instelling van de machine ook inderdaad zou kunnen worden bewerkstelligd. Toch is het niet altijd raadzaam om deze veranderingen aan te brengen, aangezien men geen enkel inzicht heeft in de wijze waarop de variaties van dag tot dag verlopen.
Ik kom hier dan ook tot een punt, waarop men m.i. moet afwijken van de geijkte en in de handboeken vermelde methode van ingrijpen in het proces.
De beschreven machine is in feite niets anders dan een inrichting om de vezellont dunner te maken en heeft dan ook een principieel andere functie dan b.v. de metaalbewerkingsmachines zoals draaibanken, fraismachines, enz. Ik kom dan ook tot de conclusie dat — hoewel controle op de verdeelstoelen noodzakelijk is uit het oogpunt van signalering van afwijkingen — de toepassing van kwaliteitscontrolekaarten hier met grote voorzichtigheid dient te geschieden.



Het vervaardigen van kwaliteitscontrolekaarten *per machine* heeft ook nog het nadeel dat hierdoor niet het maximum van overzichtelijkheid bereikt wordt, aangezien voor een middelgrote fabriek toch zeker 20 à 30 verdeelstoelen aanwezig zijn, hetgeen dus ook 20 à 30 grafieken betekent. Wij hebben hier met vrucht gebruik kunnen maken van de methode van groepscontrolekaarten en m.i. moet men dan ook als een van de belangrijkste taken van de kwaliteitscontrole op dit gebied zien: het homogeen maken van machinegroepen. Hiervoor leent zich de groepscontrolekaart uitstekend. Een voorbeeld van deze kaart ziet U in figuur 4.

Deze is zodanig opgezet dat een voldoende lage termijn in het verleden in ogenschouw kan worden genomen. Deze grafiek komt als volgt tot stand. Op de reeds eerder geschetste wijze wordt elk spinpunt van een machine getest en het gemiddelde en de range berekend. Van de groep machines, die op een bepaalde kwaliteit lopen, worden nu het hoogste en het laagste gemiddelde per machine genomen en deze twee worden uitgezet op de groepscontrolekaart. Bovendien wordt, zoals U ziet, boven en onder dit punt het nummer van de machine die het hoogste resp. het laagste was, mede opgenomen. Ook is nog het gemiddelde van de gehele groep machines opgenomen om een bepaalde trend in de gewichten beter te kunnen opmerken. In de kantlijn rechts van de grafiek wordt dan geturfd hoe vaak een bepaalde machine de hoogste resp. de laagste was. Indien de gehele groep statistisch homogeen is mag men verwachten dat het aantal streepjes achter elke machine gemiddeld constant is; maar zoals U ziet blijken er toch telkens uitlopers te zijn. Aan deze machines wordt dan ook door de bedrijfsleiding en de bazen de meeste aandacht besteed.

In vele gevallen blijkt men inderdaad óf een machinefout te vinden óf blijkt dat er een bepaalde systematische flow is door de fabriek van de voorgaande productieprocessen, waardoor verklaard kan worden dat op bepaalde machines systematisch hogere of lagere gewichten per lengteeenheid gemaakt worden indien het voorgaande gedeelte van het machinepark niet homogeen is. Ook hierbij wordt alleen gewerkt met grafische overzichten, dus met zeer eenvoudige statistische hulpmiddelen en ik hoop duidelijk gemaakt te hebben, dat hiermede reeds goede resultaten zijn te bereiken.

Controle op het voorgaren en op het ringspinnen

Na het voorgaande behoeven de punten 3 en 4 (de controle op voorgaren en die op de ringspinmachines) weinig toelichting. Ook hier is de nadruk gelegd op het homogeen maken van de groepen machines, zowel wat betreft de gemiddelden per machine als wat betreft de ranges. Een enkel punt behoeft nog enige bespreking. Het aantal spillen van een gemiddelde spinnerij bedraagt enige tienduizenden en er is dus geen sprake van al deze spinpunten onder controle te houden op de wijze zoals dit op de verdeelstoelen gebeurt. Men moet hier dus noodgedwongen zijn toevlucht nemen tot een andere wijze van steekproeven, terwijl ook de controle slechts met een veel kleinere frequentie kan plaats vinden. Het is niet goed mogelijk om hiervoor een algemeen geldend schema op te zetten en men zal dus tastenderwijze en gesteund door de ervaring te werk moeten gaan.

Met opzet heb ik nog niet gesproken over de keuze van de lengten, die gemeten moeten worden. Zoals reeds opgemerkt zijn de meeste machines niet anders dan „rekapparaten". Wil men een inzicht hebben in de wijze waarop de variaties in het product tijdens het proces verlopen, dan moet men de spreidingen met elkaar kunnen vergelijken [3]). De spreiding is echter afhankelijk van de lengte, die men beschouwt, zodat men bij de keuze van de meetlengten rekening zal moeten houden met de rek die vanaf de verdeelstoelen plaats vindt. Meet men b.v. op de verdeelstoelen stukken van 1 meter lengte en heeft men op de volgende machine een rek van 5, dan zal men daar de controle moeten uitoefenen aan stukken van 5 meter enz.

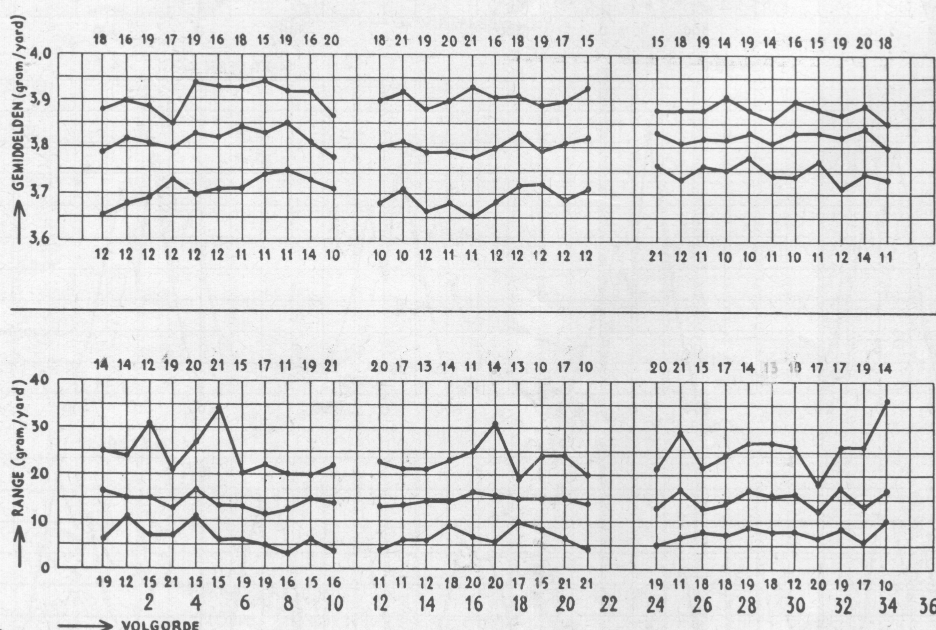
Moeilijkheden bij de invoering

Wat betreft de invoering van de hier in het kort beschreven methoden voor kwaliteitscontrole kan ik opmerken dat dit met weinig moeite gepaard is gegaan. Het moeilijkste bleek om de bazen eraan te wennen bij hun controle de grafieken te bestuderen in plaats van rijen cijfers, zoals deze voorkwamen in de reeds eerder genoemde boeken. Dit hebben wij echter kunnen overwinnen door in de bazenkantoren slechts de grafieken op te hangen en het verzamelen en verwerken van het cijfermateriaal op een andere plaats te doen geschieden.

Toen eenmaal deze gewenning een feit geworden was bleek het al spoedig dat het bazenpersoneel vrijwel unaniem enthousiast medewerkte om deze modernere controlemethoden tot een succes te maken.

Men kan dan ook zeggen dat het kwaliteitsbewustzijn door deze eenvoudige statistische hulpmiddelen in niet onbelangrijke mate is verhoogd.

[3]) Harold Le Duc „Statistical quality control in the yarn mill. A commonsense approach to the control of yarn numbers". New York University, Am. Soc. for Quality Control, 1950, 20 pag.



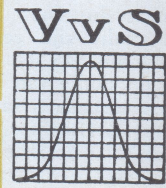
	HOOG	LAAG
10		𝍸 I
11		𝍸 IIII
12		𝍸 𝍸 III
13		
14	II	II
15	IIII	
16	𝍸	
17	II	
18	𝍸 I	
19	𝍸 III	
20	III	
21	II	I

10	I	
11	III	II
12	I	II
13	III	
14	𝍸 I	
15	II	𝍸
16		II
17	𝍸 I	I
18	I	I
19	III	III
20	III	II
21	III	III

Fig. 4. Voorbeeld van een groepscontrolekaart voor de gewichten van verdeelstoellonten.

Redactie J. W. E. Vos, math. drs.

Statistisch Nieuws



Mededelingenblad van de Vereniging voor Statistiek

Prijsuitreiking op komst

De Firma *Bull Nederland* te Amsterdam heeft zich bereid verklaard een (voor iedere statisticus bruikbare) prijs ter beschikking te stellen voor de beste oplossing van het in dit nummer gepubliceerde vraagstuk. Welke firma's gaan dit loffelijke voorbeeld van Bull Nederland volgen?

Van Heinde en Verre

De Statistische Commissie van de Verenigde Naties zal haar 9de zitting houden van 16 april tot 4 mei 1956. Voor 1956 zijn de volgende 15 landen lid van de Statistische Commissie: Australië, Canada, China, Denemarken, Dominicaanse republiek, Frankrijk, India, Joego-Slavië, Nederland, Nieuw-Zeeland, Panama, Sovjet-Unie, Ukraine, Verenigd Koninkrijk van Groot-Brittannië en Noord-Ierland, Verenigde Staten van Amerika.

Wereldvolkstelling

Werkgroepen uit verschillende landen houden zich reeds thans bezig met de plannen voor een wereldvolkstelling die omstreeks 1960 gehouden zal worden.
Zij omvatten een werkgroep van het Inter American Statistical Institute, dat in juni 1955 bijeenkwam, een werkgroep van de Conference of European Statisticians, die van 22—27 augustus 1955 vergaderde en een commissie van statistici uit het ECAFE-gebied.
Plannen zijn ontworpen omtrent de gegevens die in de verschillende landen zullen worden verzameld alsmede betreffende steekproefmethoden en de verwerking der gegevens.

Statistisch allerlei

Ten prooi aan het statistisch denken

„De praktische zijde van de vraag, waar Pietro de eerste dagen zijn gedachten over liet gaan, was de volgende: hoeveel zou het aantal muizen op het ogenblik in Italië bedragen? Het zou nutteloos zijn een onderzoek in te stellen bij de officiële statistici, want de staat bemoeit zich alleen maar met de dieren, waarvoor belasting betaald wordt. Zonder zich de moeilijkheden te ontveinzen van een dergelijke onderneming en met het optimisme en de luchthartigheid, pioniers eigen, ging Pietro, gewapend met potlood en papier, zelf aan het cijferen. Hij begon met het land te verdelen in districten, geen rekening houdend met de bestaande verdelingen en geheel nieuwe provincies scheppende, meestal rondom kleine plaatsjes, die hij uit eigen initiatief tot hoofdstad promoveerde, overeenkomstig zijn schatting van de gemiddelde dichtheid der muizenbevolking. De herinneringen uit de lange jaren, toen hij voor de organisatie van de boeren van het ene eind van Italië naar het andere reisde, kwamen weer bij hem boven en waren hem van nut. Hij maakte een aparte raming voor de heilige plaatsen, kerken, begraafplaatsen, seminariën en kloosters, waarbij hij het gemiddelde iets hoger nam; ook voor openbare gebouwen, gevangenissen, kazernes, scholen, archieven, afvoerkanalen en prefecturen achtte hij een aparte berekening nodig. Hij moest inwendig lachen bij de grappige gedachte, dat, als de oorlog tegen de Abessyniërs gewonnen zou worden, hij aan zijn statistiek een grote, een immense, een geweldige post van muizen van het imperium zou moeten toevoegen. Maar, welk gemiddeld aantal muizen zou men redelijkerwijze kunnen aannemen voor iedere gemeenschappelijke Ethiopische woning? vroeg hij zich ontsteld af."

(Uit: Het zaad onder de sneeuw, door Ignazio Silone)

De statisticus als profeet

Het volgende vraagstuk werd ons toegezonden door een medewerker van een bij velen Uwer bekend, doch hier niet nader te noemen Instituut te De Bilt (U.). Gegeven is een zeer lange reeks van N tekens, waarvan pN plus- en qN mintekens ($p+q=1$). De opvolging der tekens is zodanig, dat de reeks a_j sequenties van telkens j en slechts j achtereenvolgende plustekens, alsmede b_j sequenties van juist j achtereenvolgende mintekens bevat ($j = 1, 2, 3, \ldots$). Voorts zijn gegeven de kansen $k_1 \leq k_2 \leq k_3 \leq \ldots \leq 1$ en $l_1 \leq l_2 \geq l_3 \leq \ldots \leq 1$.
Te beginnen bij het tweede element gaat iemand nu telkens het volgende teken voorspellen en wel als volgt. Is het laatstbekende teken het laatste van een ononderbroken reeks van i plustekens ($i \geq 1$), dan voorspelt men het erop volgende teken door loting, waarbij de kans op een plusteken k_i en die op een minteken $1-k_i$ is. Is het bedoelde teken echter het laatste van een reeks van i mintekens, dan wordt de kans op het volgende minteken l_i en de kans op een plusteken $1-l_i$. Aldus ontstaat een reeks van voorspelde tekens. Stelt men A het totale aantal juist en B het aantal onjuist voorspelde mintekens (dus „plus"-voorspeld), C het aantal onjuist en D het aantal juist voorspelde mintekens van de oorspronkelijke reeks, dan wordt gevraagd:

a. De verwachtingswaarden van A en D.
b. Welke waarden k_i en l_i moeten aannemen om A en D gemiddeld zo groot mogelijk te doen zijn.
c. Of A en D afhankelijk verdeeld zijn.
d. De frequentieverdeling van A en D.

De volledige oplossing is niet eenvoudig, maar ook een onvolledige oplossing heeft kans op een prijs! De lezers worden daarom dringend verzocht hun profetische gaven aan dit probleem te wijden en hun oplossingen voor 15 april 1956 bij de redactie in te zenden. Het adres is Redactie Statistisch Nieuws, Oostduinlaan 2, 's-Gravenhage.

Roken en longkanker (II)

Ter geruststelling van al die lezers die na lezing van ons eerste artikel over dit onderwerp in het eerste nummer van Sigma, ondanks hun ernstige voornemens niet de geestkracht hebben kunnen opbrengen het roken te staken of te beperken, maken wij hier melding van een bericht uit een doorgaans goed ingelicht, doch tevens hoogst partijdig vakblad [1]). Juichend vermeldt het blad: Amerikaanse geleerde wijst de gedachte af van enige connectie tussen roken en ziekte. Deze geleerde is niemand minder dan Dr. Joseph Berkson, hoofd van de biochemische en medisch-statistische afdeling van de Mayo Clinic, Rochester N.Y., hoogleraar in de medische statistiek aan de universiteit van Minnesota en lid van het Amerikaanse Kankerinstituut. Volgens zijn bewering kan er ernstige twijfel bestaan aan de waarde van de cijfers, gebruikt bij de poging om de relatie aan te tonen tussen het kankerverschijnsel

---

[1]) De Tabaksplant, 29 november 1955, p. 187.

en het roken van sigaretten. Hij onderwerpt de keuze van de groep personen die door het kankerinstituut in studie zijn genomen aan kritiek en toont aan dat de sigarettenrokers in de studie van het Kankerinstituut zich verheugen in een gelijk of zelfs lager sterftecijfer (aan kanker en totaal) dan de hele groep.
De enige ziekte van welke het sterftecijfer onder de rokers hoger was dan onder de gehele bevolking was een bepaalde hartziekte.
Al geloven wij niet dat met deze uitspraak de verrichte onderzoekingen over roken en longkanker alle waarde hebben verloren, toch meent de redactie haar lezers het sigarettenroken op zeer beperkte schaal maar weer te mogen toestaan!

Kroniek der literatuur

Onlangs is verschenen de zesde uitgave van de publikatie: Sample surveys of current interest, uitgegeven door het Statistisch Bureau der Verenigde Naties. Deze uitgave is samengesteld op grond van de inlichtingen, verstrekt door 31 landen en gebieden. Er worden 58 steekproefonderzoekingen in beschreven, daarnaast worden er nog 50 genoemd.
(Statistical Papers, Series C no. 7.)

Uit de Vereniging

Algemene Ledenvergadering

In deze vergadering, gehouden op 12 december 1955 te Den Haag, werd, behoudens enkele kleine amenderingen, het voorstel van het Bestuur betreffende de herziening van de contributieregeling en de abonnementsprijs van Statistica Neerlandica goedgekeurd. Met ingang van 1 januari 1956 zijn dus de nieuwe regelingen ingegaan, hetgeen aan de leden en de abonnees per circulaire werd medegedeeld.
In de op dezelfde dag gehouden Bestuursvergadering werd o.a. het definitieve programma voor de Statistische Dag 1956 vastgesteld. U vindt daarvan een uitvoerige aankondiging op de omslag van dit tijdschrift.

Met de Economisch-Statistische Studiegroep Amsterdam, afgekort ESSA, zijn besprekingen gevoerd die resulteerden in de principiële bereidverklaring van deze groep om zich als sectie te incorporeren in onze Vereniging. Enkele leden van de Vereniging willen ook in Den Haag komen tot de oprichting van een dergelijke groep. Een eerste bijeenkomst is hiervoor uitgeschreven op 12 januari a.s. te 20.00 uur in het gebouw van het Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.

Bibliotheek Vereniging voor Statistiek

Het tijdschriftenbezit van onze vereniging breidt zich nog steeds langzaam uit. Behalve de regelmatig binnenkomende nummers der lopende jaargangen is onze bibliotheek sinds onze vorige opgave (zie Statistisch Nieuws, jrg. 2 no. 11) weer verrijkt met nieuwe ruilabonnementen op de volgende tijdschriften:

- Revue de statistique appliquée (Parijs, 1953 —)
- Bedrijf en techniek (Amsterdam, 1954 —)
- Rivista italiana di economia demografia e statistica (Rome, 1949 —)
- The American statistician (Washington, 1954 —)
- The Yokohama mathematical journal (Yokohama, 1953 —)
- Statistica (Bologna, 1952 —)
- Revue textilis; fusion de „Textielwezen — Le monde textile & l'Ingenieur textile" (Gent, 1955 —)

Een volledige lijst van het tijdschriftenbezit van de bibliotheek zal worden afgedrukt in de nieuwe ledenlijst, die binnenkort zal verschijnen. Al deze tijdschriften kunnen door de leden worden geleend op persoonlijke of schriftelijke aanvraag aan het adres: Oostduinlaan 2, 's-Gravenhage, tel. (01700)184270.

Studiekring voor Proeftechniek

Op 22 december 1955 vond te Utrecht, de *Biometrische Dag* plaats, die georganiseerd werd door de *Studiekring voor Proeftechniek*, de medisch-biologische sectie van de *Ver. voor Statistiek* en de afdeling Nederland der *Biometric Society*. Bij deze gelegenheid werd door de Studiekring tevens een huishoudelijke vergadering gehouden. Eerst op deze vergadering — zulks in tegenstelling tot een vroeger in deze rubriek vermeld bericht — is besloten tot naamswijziging van de Studiekring voor Proeftechniek, die een afdeling is van het *Nederlands Genootschap voor Landbouwwetenschap*. De oude naam duidde op een veel beperkter gebied dan de Studiekring tot het terrein van zijn belangstelling rekent. Hij stelt zich namelijk de bestudering van vraagstukken verband houdende met het ontwerpen en uitvoeren van doeltreffende proeven en van de bewerking van hieruit of op andere wijze verkregen cijfermateriaal ten doel. De nieuwe naam *Studiekring voor statistische techniek* sluit beter bij dit doel aan.
Op de Biometrische Dag, die de factoranalyse tot algemeen onderwerp had, traden drie sprekers op. De toepassing op het z.g. produktieniveauonderzoek van akkerbouwprodukten werd besproken door C. POSTMA van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen. Voor een bepaald gewas werden op een groot aantal proefplekken in Nederland de waarden van een aantal variabelen bepaald, die gedeeltelijk met elkander samenhangen. Voor iedere proefplek kunnen alle waarnemingen na normering op standaarddeviatie worden weergegeven door een punt in een n-dimensionale ruimte. Bij de aldus ontstane puntenwolk wordt een concentratie-ellipsoïde aangepast, waarvan de langste as wordt bepaald. De projecties van een eenheid van alle coördinaten-assen op die lange as worden bepaald en worden het *aspect* genoemd. Het grootste getal uit het aspect bepaalt welke variabele het meest bijdraagt tot de variantie in de richting van die lange as. Ga vervolgens de ellipsoïde projecteren op de ruimte, loodrecht op de lange as en bepaal van de projectie wederom de lange as. Hierdoor ontstaat een nieuw aspect en daarmee kan men doorgaan totdat de projectie-ellipsoïde geen uitgesproken langste as meer heeft. Laat er achtereenvolgens p maal een langste as zijn gevonden, dan bepalen deze een p-dimensionale ruimte. De eenheden op de coördinaatassen worden vervolgens op deze ruimte geprojecteerd, gevende n vectoren in een p-dimensionale ruimte, waarbij het inwendig produkt van elk tweetal de samenhang tussen die twee factoren voorstelt. Teneinde dit resultaat in beeld te brengen werden alle n vectoren nog geprojecteerd op een vlak dat door één dier vectoren, en wel de belangrijkste i.c. de opbrengst per ha, ging. Uit de tekening die zo ontstond was direct te zien in welke mate de opbrengst samenhangt met elk der andere factoren.

De tweede spreker was G. DE LEVE van het Mathematisch Centrum te Amsterdam. Hij behandelde de algebraïsche kant der factoranalyse en gaf een hoogst interessant overzicht van de methoden die zijn ontwikkeld voor haar toepassing op psychologische tests. Het doel is om bij iedere proefpersoon de resultaten, verkregen uit n tests, te verklaren dat een aantal „factoren", waarvan de waarden en zelfs hun aantal (uiteraard $< n$) onbekend zijn. Al naar gelang er bij iedere testvariabele al of niet nog een specifieke variabele optreedt die niet in de andere voorkomt, spreekt men van *factoranalyse*, dan wel van *component analyse*. Het is onmogelijk hier een kort overzicht te geven van het behandelde, aangezien de lezing zelf als een „kort" overzicht bedoeld was. Alle methoden streven echter naar de volgende doelstellingen: bepaling van het aantal benodigde factoren, bepaling der coëfficiënten en hun betrouwbaarheidsintervallen en bepaling van de waarde der factoren voor ieder individu met de betrouwbaarheidsintervallen. De laatst ontwikkelde methode, die van C. R. Rao (1955) slaagt hier niet alleen in, doch bezit tevens nog zekere optimale eigenschappen, die haar zeer aantrekkelijk maken. Het eraan verbonden rekenwerk is evenwel aanzienlijk.

De laatste spreker, Dr. Ir. G. HAMMING, behandelde de toepassing der factoranalyse op een landbouwkundig probleem.

Statistische DAG 1956

Deze Dag wordt gehouden op 22 Maart
in het gebouw Musis Sacrum te Arnhem

Het thema voor deze „Dag" is: ***„Keus en Kans"***

Hieronder volgt de lijst van sprekers en onderwerpen en tevens de korte uittreksels van de inhoud van de te houden voordrachten

Operational Research - Managers beslissen met behulp van de wetenschap

J. Sittig, Adviesbureau voor Toegepaste Statistiek te Rotterdam.

Naar analogie van militaire operaties worden tegenwoordig operaties van bedrijven en andere organisaties in toenemende mate uitgestippeld met behulp der exacte wetenschappen.

Keus en kans in de economische politiek

Prof. Dr. J. Tinbergen, Hoogleraar aan de Nederlandsche Economische Hogeschool te Rotterdam.

De „keuze" betreft in dit geval zowel de doelstellingen der economische politiek als de instrumenten, die daarbij zullen worden gebruikt. Uit deze keuze volgt, voorzover de samenhang tussen de economische grootheden als gegeven wordt beschouwd, dan de getallenwaarde aan de instrumentvariabelen te geven. Het element „kans" is aanwezig in vier soorten afwijkingen, die kunnen optreden tussen berekende en gerealiseerde waarden der economische verschijnselen. Op deze foutenmarges en op een stelling omtrent de fouten in de beslissingen, die er het gevolg van kunnen zijn, wordt nader ingegaan.

Belletjes in glasbuizen - De keuze van de fabricagemethode van een massaproduct

Drs. P. S. Seligmann, Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken.

Bij de fabricage van een onderdeel van een massaproduct treden verschillende soorten verliezen op. Een theoretisch-statistische beschouwing geeft ons inzicht in de grootte van deze verliezen, en maakt het daardoor mogelijk verschillende productiemethoden met elkaar te vergelijken. Tevens maakt het de invoering van een tarief mogelijk voor een bepaald onderdeel van de productie.

Steekproeven bij de administratieve controle

Prof. P. de Wolff, Directeur van het Bureau van Statistiek der Gemeente Amsterdam.

Toepassing van steekproeven op het terrein van de administratieve controle is gecompliceerder dan bijvoorbeeld bij de kwaliteitscontrole in de techniek. Over de verdeling naar grootte van bewust of onbewust gemaakte administratieve fouten is immers weinig te zeggen. Toch is het onder zekere veronderstellingen mogelijk, door combinatie van steekproefsgewijze controle van één of meer delen van een massa administratieve gegevens met volledige controle van een ander gedeelte, te komen tot verantwoorde en bruikbare resultaten, die evenals bij reeds meer ingeburgerde toepassingen van de steekproefmethode tot grote besparingen kunnen leiden in vergelijking tot een volledige controle.

Doeltreffende beleidskeuze door Lineaire Programmering

Drs. J. Kriens, medewerker Mathematisch Centrum, Amsterdam.

Tal van problemen in het bedrijfsleven komen neer op het bepalen van de optimale waarden van een aantal variabelen, die men in de hand heeft. Met behulp van enige voorbeelden wordt geïllustreerd wanneer de methode van de lineaire programmering kan worden toegepast en wat daarmede kan worden bereikt.

Lineaire Programmering bij veevoederreceptuur

M. L. Wijvekate, Adviesbureau voor Toegepaste Statistiek te Rotterdam.

Een veevoeder ontstaat door het malen en mengen van een aantal grondstoffen. Er zijn echter oneindig veel grondstofverhoudingen denkbaar, die ieder een mengsel geven, dat voldoet aan de specificatie t.a.v. eiwitgehalte, vochtgehalte e.d. Door toepassing van lineaire programmering kan men het goedkoopste mengsel bij gegeven marktprijzen precies berekenen, hetgeen tot aanzienlijke besparingen kan leiden. De rekentechniek van deze methode wordt met een sterk vereenvoudigd voorbeeld geïllustreerd, waarbij de nadruk valt op het „vertalen" van het praktijkprobleem in mathematische vorm.

Millitaire toepassingen van Operations Research

Drs. G. Zoutendijk, Reserve 2e Luitenant van de Technische Dienst, Adviesbureau Wetenschappelijk Onderzoek, Hoofdkwartier Generale Staf.

De gecompliceerde strategische en tactische problemen in de laatste oorlog gaven de stoot tot het ontstaan van operations research. Enkele daarmede opgeloste, en andere wellicht nog op te lossen, militaire vraagstukken worden behandeld. In het bijzonder wordt een artilleristisch probleem besproken, waarbij een keus moet worden gedaan tussen twee verschillende tijdbuizen op projectielen.

Nadere inlichtingen worden verstrekt door het Secretariaat van de
Vereniging voor Statistiek, Koninginnegracht 101, Den Haag, Tel. 01700/184463

Druk: N.V. Luctor et Emergo, Den Haag

Sigma

Inhoudsopgave van jaargang 1955

Alfabetisch register naar auteurs

Register naar onderwerp